

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**KOMFORT AUTOPOTAHŮ A JEHO POUŽITÍ V  
MARKETINGU**

**COMFORT OF AUTOMOBILE IN SPANS AND  
IT'S USAGE AT MARKETING**

RADEK ANTOŠ

KHT-687

**Vedoucí bakalářské práce:** Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...33

Počet obrázků .....4

Počet tabulek .....3

Počet grafů.....15

Počet stran příloh..17

### **Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum 12.5.2010

Podpis

## **Poděkování**

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé Bakalářské práce panu Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za cenné rady a důležité připomínky. Dále samozřejmě firmě FEZKO a. s. za poskytnuté textilní vzorky, jmenovitě panu Ing. Pavlu Jančíkovi a v neposlední řadě Katedře hodnocení textilií za umožnění měření na přístrojích PERMETEST, Alambeta a možnost využití veškerého laboratorního zařízení.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se věnuje komfortu potahů automobilových sedadel. Charakterizuje všechny druhy komfortu, ale především komfort termofyziologický a poznatky související s danou problematikou včetně přístrojů používaných pro jeho měření. Experimentální část popisuje měření hodnot relativní propustnosti pro vodní páry, výparného odporu a dalších hodnot při měnícím se zavlhčení, rozdílných vzorků autopotahů. Získané hodnoty jsou graficky znázorněny a porovnány.

## **Annotation**

This work is interested in komfort of inspans for automobile seats. There is characterization of all kinds of the komfort, but especially thermophysiological komfort and knowledges associated with this topic, including used types of instruments. Experimental part describes measurement values of relative water vapour permeability, evaporative resistance and many other values with changing wet of variety samples. Gained values are graphically represented and compared.

## **Klíčová slova**

Komfort, termofyziologický komfort, autopotahy, PERMETEST, propustnost pro vodní páry, ALAMBETA, tepelný odpor, tepelná vodivost, tepelná jímavost, tepelný tok

## **Key words**

Comfort, thermophysiological comfort, car inspanels, PERMETEST, permeability for water vapour, ALAMBETA, thermal resistance, thermal conductivity, thermal capacity, heat flow

## Seznam použitých symbolů a zkratk

atd. – a tak dále

např. - například

apod. – a podobně

ČSN – česká technická norma

tab. - tabulka

Obr. - obrázek

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci

fa. - firma

S – zkoušená plocha vzorku [ $\text{m}^2$ ]

$\tau$  – doba působení [hod.]

p – relativní paropropustnost [%]

$q_o$  – tepelný tok procházející nezakrytou měřicí hlavici [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$q_v$  – tepelný tok procházející měřicí hlavici s měřeným vzorkem [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$t_m$  – teplota povrchu měřicí hlavy [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_a$  – teplota vzduchu proudícího kolem měřicí hlavy [ $^{\circ}\text{C}$ ]

PUR – Polyuretan

ZLH – zátažná jednolící hladká (pletenina)

## Obsah

Úvod.....	8
Teoretická část .....	9
Seznámení s důležitými pojmy .....	9
1 Komfort .....	9
1.1 Psychologický komfort .....	9
1.2 Senzorický komfort .....	10
1.3 Termofyziologický komfort .....	10
1.4 Patofyziologický komfort.....	10
2 Termofyziologický komfort textilií, způsoby jeho hodnocení .....	11
2.1 Termofyziologický komfort textilií.....	11
2.2 Hodnocení termofyziologického komfortu .....	11
2.3 Zjišťování relativní propustnosti vodních par dle ČSN 80 0855 (Gravimetrická metoda) .....	11
2.4 Metoda DREO.....	12
2.5 Pomocí SKIN MODELU .....	12
2.6 Měření pomocí přístroje PERMETEST .....	13
2.7 Hodnocení tepelného omaku.....	15
2.8 Přístroj Thermo – Labo .....	15
2.9 Alambeta .....	16
3 Matematický model pro výpočet $Q_{tot}$ u vlhké textilie.....	17
4 Výrobci potahů pro automobily.....	19
4.1 FEZKO a. s.....	19
Experimentální část.....	20
5 Postup měření .....	20
5.1 Příprava vzorků .....	20
5.2 Grafické znázornění všech vzorků .....	22
5.3 Grafické znázornění chladicího toku vybraných vzorků .....	23
5.4 Znázornění tepelného odporu, měrné tepelné vodivosti a tepelné jímavosti u vybraných vzorků. ....	29
Závěr .....	31
Seznam použitých pramenů .....	32
Seznam grafů .....	33
Seznam tabulek a obrázků .....	34
Přílohy.....	35

## Úvod

Téma této práce je v dnešní době aktuální, protože obrovské množství lidí každý den cestuje a přichází do kontaktu s potahy automobilových sedaček. Někdo tráví na sedačce automobilu většinu každého dne. Proto jsou nároky na autopotahy stále vyšší.

Potahy automobilových sedadel plní v podstatě stejnou funkci jako potahy veškerých prvků pro sezení. Zakrývají vlastní konstrukci a výplňkové materiály. Měly by působit příjemně a být odolné, vůči oděru nebo znečištění. Na autopotahy jsou však kladeny mnohem vyšší nároky, protože jsou používány jak v osobních vozech, které jsou jen vystaveny v salonech, ale také v užitkových, nákladních, či v prostředcích hromadné přepravy osob. Takže musí být komfortní za velmi náročných podmínek.

Práce ve své teoretické části vysvětluje pojem komfort a jeho dělení. Dále popisuje postupy měření komfortu, jeho hodnocení a používané přístroje.

Experimentální část se věnuje měření odlišných vzorků autopotahů při měnícím se obsahu vlhkosti. Výsledky jsou prezentovány v grafech. Posuzované hodnoty a postupy lišící se od původního zadání byly konzultovány s vedoucím práce.



## **Teoretická část**

### **Seznámení s důležitými pojmy**

Tato kapitola vysvětluje pojmy, které jsou důležité pro tuto práci. Pomůže čtenářům, kteří zcela neznají téma, pochopit výrazy jako psychologický komfort, nebo např. senzorický komfort, ale také odborníkům připomene řešenou problematiku.

## **1 Komfort**

Stav lidského organismu, když jsou fyziologické funkce organismu v optimu a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly, nazýváme komfort. Subjektivně může být tento pocit pojmenován jako pocit pohody.

Komfort vnímáme všemi lidskými smysly krom chuti, v následujícím pořadí důležitosti: omak, zrak, sluch, čich. Při diskomfortu nastávají pocity tepla nebo chladu. Pocity tepla se běžně dostavují při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého a vlhkého klimatu. Pocity chladu jsou především, reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení. Můžeme tedy komfort jednoduše nazvat jako moment, kdy nás netrápí žádné rušivé nebo snad bolestivé vjemy.

Komfort se dělí na: psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. [1]

### **1.1 Psychologický komfort**

Tento komfort dělíme podle různých hledisek:

Klimatická hlediska – typické každodenní oblečení by mělo v první řadě respektovat tepelně-klimatické podmínky, jenž jsou předurčeny geograficky. Oděv vhodný pro dané podmínky se stává normou.

Ekonomická hlediska – zahrnují úroveň technologie, výrobní prostředky politické vlivy.

Historická hlediska – lidé mohou upřednostňovat výrobky z přírodních materiálů, vzniká tradice v životním stylu a módě.

Kulturní hlediska – sem patří zvyky, tradice, obřady, náboženství, apod.

Sociální hlediska – jako věk, vzdělání, postavení, sociální třída.

Skupinová a individuální hlediska – ta zahrnují módní vlivy, styl, barvy, trendy. [1]

## 1.2 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky s první vrstvou oděvu. Pocity vnímané při styku pokožky a textilie mohou být příjemné (pocit měkkosti, splývavosti) nebo nepříjemné a dráždivé (pocit tlaku, vlhkosti, škrábání, kousání, lepení apod.). Senzorický komfort rozdělujeme na komfort nošení a omak.

Do komfortu nošení zahrnujeme povrchovou strukturu použitých textilií, vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému, schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.

Omak je veličina založená na vnímání prostřednictvím prstů a dlaně. Omak charakterizujeme: hladkostí, objemností, tuhostí, tepelně - kontaktním vjemem a roztažností. [1]

## 1.3 Termofyziologický komfort

Jedná se o stav tepelné pohody. Je to tedy stav, ve kterém člověk může pracovat neomezeně dlouho, kdy jsou veškeré fyziologické funkce organismu v optimu, a tedy organismus nemusí regulovat svoji teplotu, stav psychologické a fyzikální harmonie. Tento komfort posuzujeme - teplotou a vlhkostí pokožky, relativní vlhkostí vzduchu, obsahem CO<sub>2</sub> ve vzdušné vrstvě nad pokožkou a rychlostí proudění vzduchu. [1]

## 1.4 Patofyziologický komfort

Pocit komfortu při nošení oděvních textilií je ovlivněn také působením patofyziologicko-toxických vlivů. Jedná se o působení chemických substancí obsažených v materiálu, ze kterého je oděv vyroben a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce.

Působení patofyziologických vlivů je závislé na odolnosti člověka, potažmo lidské pokožky, proti účinkům chemických látek obsažených v textiliích a na podmínkách růstu kultur mikroorganismů nacházejících se v mikroklimatu mezi plochou povrchu lidského těla a povrchem textilií. Proti mikroorganismům se používají různé chemické úpravy na plošné textilie nebo vlákna. [1]

## 2 Termofyziologický komfort textilií, způsoby jeho hodnocení

### 2.1 Termofyziologický komfort textilií

Termofyziologický komfort nastává za těchto podmínek:

- teplota pokožky  $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- relativní vlhkost vzduchu  $50 \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu  $25 \pm 10\text{ cm.s}^{-1}$
- obsah  $\text{CO}_2$   $0,07\%$
- nepřítomnost vody na pokožce

Termofyziologický komfort poskytovaný oděvem můžeme hodnotit jednak pomocí přístrojů, jenž mohou přesně charakterizovat příslušný fyzikální děj, nebo lze přenos tepla a vlhkosti měřit při podmínkách blízkých fyziologickému režimu lidského těla. V poslední době převládá druhý postup zjišťování.

Termofyziologický komfort oděvů resp. autopotahů, je potom možné zjednodušeně charakterizovat pomocí dvou základních parametrů, tepelného a výparného odporu. Místo parametru paropropustnost, můžeme zde použít parametr výparný odpor, který u měření simulujících reálné přenosové jevy při nošení oděvu, charakterizuje tepelné účinky, vnímané lidskou pokožkou, vznikající v důsledku odparu potu.[1]

### 2.2 Hodnocení termofyziologického komfortu

Následující kapitola ukazuje metody měření tepelného a výparného odporu textilií a relativní propustnosti pro vodní páru (paropropustnost).

### 2.3 Zjišťování relativní propustnosti vodních par dle ČSN 80 0855 (Gravimetrická metoda)

Účelem je stanovit schopnost plošné textilie neklást odpor unikání vlhkosti, vznikající na povrchu lidského těla, v podobě páry do okolí. Tato měření spočívají v upevnění kruhového vzorku textilie na misku obsahující silikagel (vysoušedlo), zvážení misky se vzorkem ( $G_0$ ) před ponecháním v klimatizační skříni, zvážení ( $G_1$ ) po 6-ti hodinovém klimatizování a výpočtu relativní propustnosti  $P_{\text{rel}}$  dle vztahu:

$$P_{rel} = (G_1 - G_0) / G_0 \quad [\%]$$

nebo absolutní paropropustnosti:

$$P_{abs} = (G_1 - G_0) / S \tau \quad [\text{kg/m}^2\text{hod}]$$

Nevýhoda této metody spočívá ve zdlouhavosti a nízké přesnosti, která je dána časově nestejnoměrným působením vysoušedla.

## 2.4 Metoda DREO

Tuto metodu navrhli pánové Farnworth, Van Beest a Dolhan. Vzorek je upevněn na podložce mezi dvěma polopropustnými vrstvami. Pod spodní vrstvou je voda a přes vrchní vrstvu proudí suchý vzduch. Spodní vrstva chrání a odděluje vzorek od vodní hladiny a vrchní vrstva před proudícím vzduchem. Ztráta vody není určována vážením, ale je odečítána ze stupnice skleněné trubičky. Vzduchovou mezeru mezi vrstvami je možné měnit pomocí rozpěrných kroužků. Měření trvá průměrně 15 minut. [1]

## 2.5 Pomocí SKIN MODELU

Základ přístroje tvoří vyhřívaná a zároveň zvlhčovaná porézní deska označovaná jako model kůže, která slouží k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a okolím.

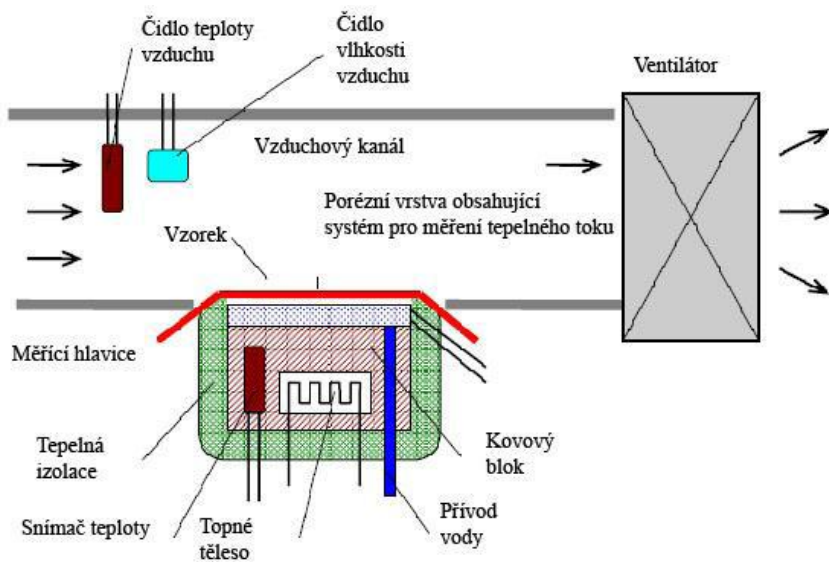
Měření zahrnující jeden či oba přenosy se mohou provádět buď odděleně a nebo při měnících se vnějších podmínkách, zahrnujících kombinaci různých teplot, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu. Naměřené hodnot tedy odpovídají rozdílným, ustáleným i proměnlivým okolním podmínkám nošení oděvu.

Při zjišťování propustnosti textilie pro vodní páry je vyhřívaná porézní deska pokryta celofánovou membránou, která propouští vodní páry, ale nepropouští vodu. Voda přiváděná k vyhřívané desce se odpařuje a poté prochází membránou ve formě páry, takže zkušební vzorek vůbec nepříjde do kontaktu s vodou. [1]

## 2.6 Měření pomocí přístroje PERMETEST

Tento přístroj je v podstatě výše popsáný SKIN MODEL. Jedná se tedy o přístroj malých rozměrů, založený na přímém měření tepelného toku  $q$  procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Porézní povrch modelu je zavlhčován, což simuluje funkci ochlazování pocením. Na tento povrch se přikládá měřený vzorek přes separační fólii. Vnější strana vzorku je ofukována.

Měřicí hlavice (skin model), je při měření výparného odporu a paropropustnosti udržován pomocí elektrické topné spirály a regulátoru na stálé teplotě okolního vzduchu ( $20 - 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), který je do přístroje nasáván. Tímto jsou zajištěny izotermické podmínky pro měření. Vlhkost v porézní vrstvě se při měření mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok měříme speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie, nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. V obou případech je nejdříve měřen tepelný tok bez vzorku, potom znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky  $q_o$  a  $q_v$ .



Obr. č.1 - schéma přístroje PERMETEST

Přístroj se používá pro měření:

- Tepelného odporu textilií při stabilizované teplotě textilie 32 °C nebo při zvoleném rozdílu teploty hlavice a teploty v kanálu v mokřím či suchém režimu.
- Výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií při izotermních podmínkách
- Výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií při anizotermních podmínkách

Relativní propustnost textilií pro vodní páry  $p$  [%], je parametr nenormalizovaný, ale velmi praktický. 100% propustnost představuje tepelný tok  $q_o$  odvedený odparem z volné hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytím této hladiny měřenou textilií se tepelný tok sníží na hodnotu  $q_v$ . Platí tedy vztah:

$$p = 100 * (q_v / q_o) \text{ [%]}$$

Pro stanovení výparného odporu, jehož základní jednotkou je  $[\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$ , se používá vzorec kalkulujiící s tepelnými toky volné měřicí hlavice, měřicí hlavice překryté vzorkem, parciálním tlakem vodní páry  $[\text{Pa}]$  na povrchu měřicí hlavice a stejným tlakem vodní páry  $[\text{Pa}]$  ve vzduchu ve zkušebním prostoru. Nám však tuto hodnotu přístroj PERMETEST přímo vypočítá. V roce 2004 byla na TUL v Liberci dokončena poloautomatická verze přístroje, řízná a vyhodnocovaná počítačem.

Měření tepelného odporu probíhá v suchém režimu (bez zavlhčení). Tepelný odpor  $R_{ct}$   $[\text{K} \cdot \text{m}^2 / \text{W}]$  vyjadřuje odpor proti přestupu tepla textilií při dané teplotě  $t_m$  jeho jedné strany a při přenosu tepla konvekcí z jeho druhé (vnější) strany do vzduchu s teplotou  $t_a$ , přičemž je tepelný odpor této vnější vrstvy odečítán. Takto stanovená hodnota tepelného odporu je přibližná, protože odečtený tepelný odpor je platný pro hladký povrch, zatímco povrch textilie je drsný, proto také odlišný. Pro výpočet tohoto tepelného odporu pomocí přístroje Permetest platí vztah:

$$R_{ct} = (t_m - t_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1})$$

Při měření paropropustnosti a výparného odporu vzorků je nutno vhodným postupem zabránit přímému styku měřené textilie s vlhkou měřicí plochou, aby měřená textilie zůstala suchá. Na přístroji Permetest se obě hodnoty dají měřit s použitím celofánové separační fólie (podle ISO 11092), což však dle názoru několika evropských

odborníků způsobuje u Skin modelu velký rozptyl měření, neboť zbobtnalý celofán i pod napětím nezachovává stejný tvar.[1]

## 2.7 Hodnocení tepelného omaku

Tepelný omak člověk vnímá pokožkou, když se krátce dotkne nějakého objektu, v našem případě textilie. Tento parametr vyjadřuje přechodný tepelný pocit, který získáme ve chvíli, kdy si např. oblékáme prádlo, košili, rukavice nebo další textilní výrobky. Při výběru oděvů jsou zákazníci silně ovlivňováni pocitem z tepelného omaku. Proto se v posledním desetiletí stává objektivní hodnocení tepelného omaku velmi důležité. Proto si můžeme v prodejnách s oděvy všimnout vyšší teploty vzduchu, aby člověku navozovala pocit hřejivosti a příjemnosti zboží při výběru, zejména v období teplého oblékání. [1]

## 2.8 Přístroj Thermo – Labo

Je první přístroj, jenž byl schopen hodnotit objektivně tepelný omak textilních materiálů. Byl vyvinut pány Kawabatou a Yonedou v roce 1983. Za objektivně stanovenou veličinu charakterizující tepelně kontaktní vlastnosti zvolili maximální úroveň kontaktního tepelného toku  $q_{\max}$  [ $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ], kterou vypočítali z naměřené přechodové křivky teploty.

Princip měření je založen na přikládání předeřhátého měděného bloku, tloušťky 1 mm na textilní materiál. Zkoušený vzorek je umístěn na nádobě udržované na konstantní teplotu za pomoci cirkulující vody. Zadní strana, která se nebude dotýkat vzorku, je tepelně izolovaná tvrdou polyesterovou pěnou. Čidlo teploty je připojeno k této straně. Tepelný zdroj je také předeřhátý na teplotu vyšší než teplota okolí a je ovládána řídicím systémem topného tělesa.

Hlavní nevýhodu popsaná metoda skýtá ve složitosti matematického zpracování výsledků, časové náročnosti při měření a těžkopádnosti postupu, která znemožňuje automatizaci přístroje.[1]

## 2.9 Alambeta

Tento přístroj vyvinutý pány Hesem a Doležalem měří termofyzikální parametry textilií a to jednak stacionární tepelně – izolační vlastnosti (tepelný odpor, tepelná vodivost), tak i vlastnosti dynamické (tepelná jímavost, tepelný tok). Jedná se o poloautomatický počítačem řízený přístroj, který je zároveň s měřením schopen vyhodnocovat statistické hodnoty naměřených údajů a který také obsahuje autodiagnostický program zabraňující chybným operacím přístroje.[1]



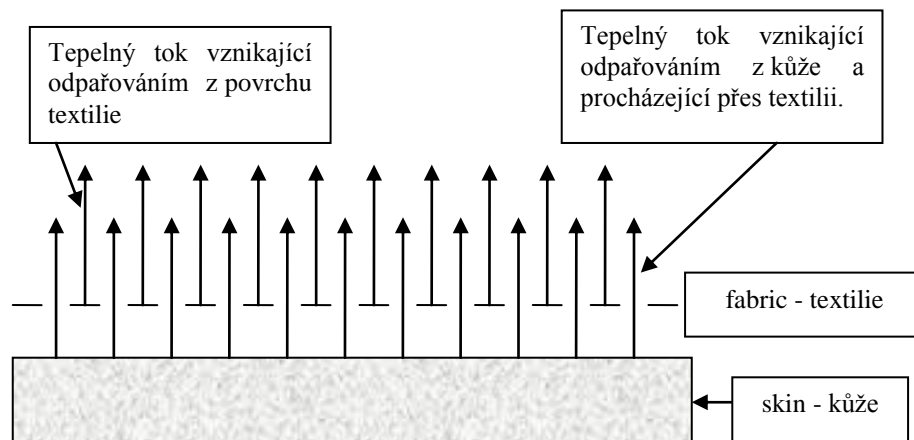
Obr. č.2 - Alambeta

Celá měřicí procedura, včetně měření tepelné vodivosti  $\lambda$ , tepelného odporu  $R$ , tepelného toku  $q_{\max}$ , tloušťky vzorků a statistické zpracování výsledků trvá méně než 3 – 5 minut. Jako objektivní parametr tepelného omaku textilií byla na základě analýzy vybrána tepelná jímavost  $b$  [ $Ws^{1/2}/m^2K^{-1}$ ]. U přístroje Alambeta je využito impulsní okrajové podmínky 1.Druhu – dané konstantní teplotou kontaktní měřicí plochy  $35^{\circ}C$ , odpovídající teplotě lidské pokožky, která si i po kontaktu s textilií díky průtoku krve tuto teplotu zachovává.

Měrná tepelná vodivost představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času. S rostoucí teplotou tepelná vodivost klesá. Tepelný odpor - čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor. Tepelná jímavost je parametr charakterizující tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot  $1K$  jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v objemu. [1]



### 3 Matematický model pro výpočet $Q_{\text{tot}}$ u vlhké textilie



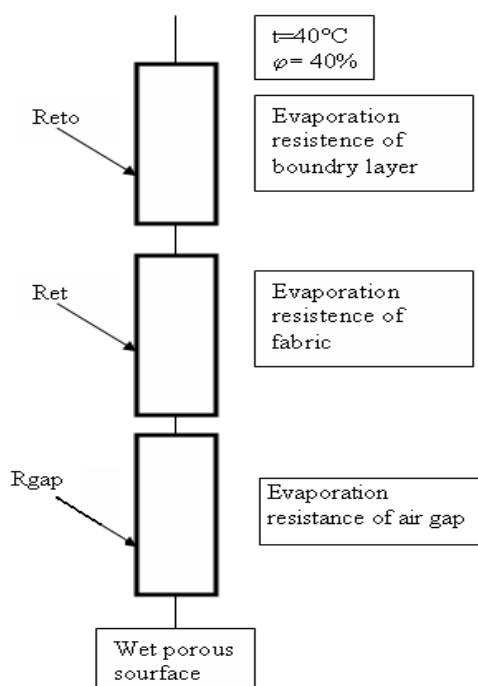
Obr. č.3 - Schéma odparu z pokožky přes textílii

Celkový tepelný tok:

$$q_{\text{tot}} = q_{\text{skin}} + q_{\text{fab}} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Tepelný tok kůže:

$$q_{\text{skin}} = \frac{p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}}{R_{\text{gap}} + R_{\text{et}} + R_{\text{eto}}} \text{ [W/m}^2\text{]}$$



Tepelný tok textilie

$$q_{\text{fab}} = \frac{(p_{\text{sat}} - p_{\text{air}})}{R_{\text{eto}}} + k \cdot U \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Výparný odpor vzduchové mezery:

$$R_{\text{gap}} = \frac{h}{D_p} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]}$$

Výparný odpor mezní vrstvy:

$$R_{\text{eto}} = \frac{1}{\beta} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]}$$

Difúzní součinitel pro vodní páry

– vztaženo na tlak:

$$D_p = D_c \cdot M_w / RT \text{ [kg/m.s.Pa]}$$

Obr. č.4 - Schéma výparných odporů zapojených do série

kde:

$D_c$  – difúzní koeficient vztažen na

koncentraci [ $\text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ ]

$M_w$  – molární koncentrace vodní páry

[ $\text{mol/l}$ ]

$R$  – obecná plynová konstanta [ $\text{m} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

$T$  – absolutní teplota vodní páry [ $\text{K}$ ]

Po dosazení dostaneme rovnici celkového tepelného toku:

$$q_{\text{tot}} = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[ \frac{1}{R_{\text{gap}} + R_{\text{et}} + R_{\text{eto}}} + \frac{k \cdot U}{R_{\text{eto}}} \right] = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[ \frac{1}{\frac{h}{D_p} + R_{\text{et}} + \frac{1}{\beta}} + \frac{k \cdot U}{\frac{1}{\beta}} \right] [\text{W/m}^2]$$

kde:

$p_{\text{sat}}$  – nasycený tlak na povrchu textilie [ $\text{Pa}$ ]

$p_{\text{air}}$  – tlak vzduchu v okolním prostředí [ $\text{Pa}$ ]

$R_{\text{gap}}$  – výparný odpor vzduchové mezery [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^2/\text{W}$ ]

$R_{\text{et}}$  – výparný odpor textilie [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^2/\text{W}$ ]

$R_{\text{eto}}$  – výparný odpor mezní vrstvy [ $\text{Pa} \cdot \text{m}^2/\text{W}$ ]

$k$  – konstanta

$U$  – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií [%]

$h$  – výška vzduchové mezery [ $\text{mm}$ ]

$\beta$  – součinitel přenosu hmoty prouděním  $\rightarrow \beta \approx \sqrt{v}$  [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ ]

[4]

Výše uvedený matematický model ukazuje výpočet celkového tepelného toku, který vzniká odpařováním z kůže a průchodem přes textilií a právě poté působí na povrch autopotahů, které by měly tento tok přijímat a následně transportovat do výplňkového materiálu sedadla, který teplo absorbuje a rozvádí pomocí vzduchových kanálů nebo pomocí proudění vzduchu do dutých prostor.

## 4 Výrobci potahů pro automobily

Již v dobách kočárů a následně prvních automobilů, které byly stále kočáry, jen s tím rozdílem, že koně nahradily ne o mnoho silnější motory, nikdo nechtěl sedět na tvrdém a studeném. Čalouníci používali převážně kůži nebo potahové materiály, které dostatečně nevyhovovaly potřebám. Takže postupem času se začaly nároky na tyto materiály zvyšovat.

### 4.1 FEZKO a. s.

V současné době je špičkovým evropským výrobcem textilií pro automobilový průmysl společnost FEZKO a. s. sídlící ve Strakoniciích. S výrobou zde začali:

1812 – počátek výroby světoznámých fezů (pokrývek hlavy)

1920 – vznik akciové společnosti továren na fezy se sídlem ve Strakoniciích, výroba fezů, vlněných látek, přikrývek, pleteného zboží, baretů a čapek

1966 až 1973 – výstavba nového závodu

1993 – hlavní náplní výroby se stávají textilie pro dopravní prostředky

1998 – vstup zahraničního vlastníka a orientace výrobního programu na textilie pro dopravní prostředky a na pokrývky hlavy, uskutečnila se rozsáhlá restrukturalizace společnosti s cílem vytvoření dvou perspektivních závodů: výroba autotextilií a výroba pokrývek hlavy, vzniká FEZKO a.s.

2001 – dokončení restrukturalizace firmy, prodej závodu pokrývek hlavy do firmy Tonak a.s., FEZKO a.s. se orientuje výhradně na výrobu textilií pro dopravní prostředky

2008 – fúze FEZKO a.s. a MICHEL THIERRY Central Europe a.s. [2]

Společnost tedy vyrábí potahy sedadel, dveřní výplně, hlavové opěrky, loketní opěrky, zadní plata a gumotextilní koberečky. Mezi zákazníky patří např. koncern Volkswagen, Mercedes-Benz, Suzuki, Karosa, Renault, Man, Volvo, České dráhy, České aerolinie. [2]

I další firmy se zabývají výrobou autopotahů, pouze však ve smyslu šití, ale ne výrobou vlastních textilií. Za všechny zmíním VELCAR s.r.o. z Nymburku, AGS autopotahy z Hradce Králové a Reflek s.r.o. z Brna. [3]

## Experimentální část

### 5 Postup měření

V této kapitole je popsán postup měření. Pro tuto práci mi fa. FEZKO ze Strakonice poskytla 12 vzorků textilních materiálů používaných jako potahový materiál sedadel osobních i nákladních automobilů. Materiálové složení všech dvanácti vzorků je, směs syntetických vláken. Dále jsem pro zpestření výběru od Brněnské firmy Reflek, zabývající se autočalounictvím a výrobou potahů, získal vzorek syntetické a pravé kůže.

Pro zjištění hodnot relativní paropropustnosti a výparného odporu jsem použil přístroj PERMETEST. Hodnoty tepelného toku nepoužíváme, protože se jedná o interní hodnotu přístroje, kterou používá pro výpočty. Dále jsem změřil veškeré dosažitelné hodnoty i na přístroji Alambeta.

#### 5.1 Příprava vzorků

Všechna měření neprobíhala pouze při atmosférické (běžné) vlhkosti, ale i při různém množství vlhkosti ve vzorku. Vlhkosti ve vzorku se dosahovalo smáčením. Tak, že vzorek byl smáčený v ploché nádobě po dobu dvaceti minut, ve směsi vody a detergentu, tedy látky snižující povrchové napětí textilií (ALTARAN S 8), v poměru 1000/1[ml] H<sub>2</sub>O a Altaran S 8, odstáté na teplotu okolí. Poté jsem vzorek vyjmul, po odkapání přebytečné tekutiny zvážil na digitálních laboratorních vahách a z rozdílu hmotnosti oproti ultra suchému vzorku vypočítal procento vlhkosti a změřil na PERMETESTU. Následně jsem vzorek nechal vysušit mezi papírovými ubrousky po dobu pěti minut, dále zvážil, změřil a postup opakoval pětikrát v případě PERMETESTU a sedmkrát pro měření na přístroji Alambeta. Zjišťované množství vlhkosti bude v následujícím textu značeno U a udáváno v procentech. Měření byla prováděna při teplotě 21.7 °C a vlhkosti vzduchu 27%.

Vzorec pro výpočet U:

$$U = \frac{(m_v - m_s)}{m_s} * 100 [\%]$$

U – vlhkost vzorku [%]

$m_v$  – hmotnost vlhkého vzorku [g]

$m_s$  – hmotnost suchého vzorku (ultra dry) [g]

Atmosférická vlhkost byla zjištěna z klimatizovaného vzorku v laboratorních podmínkách po jedné hodině a nulová vlhkost, tedy ultra dry byla zjišťována ze vzorku ponechaného v laboratorní peci při teplotě 200 °C po dobu 20 –ti minut.

Z důvodu velké nestálosti vlhkosti obsažené ve vzorcích během měření nebylo možné provádět opakovaná měření pro získání přesnějších výsledků.

Použité vzorky byly upraveny na velikost 150 x 150 mm a rozdělil do tří skupin, které jsou znázorněny v následujících tabulkách obsahujících popis a hmotnosti vzorků. Vzorky jsou ze syntetických vláken (polyester). Některé vzorky jsou vícevrstvé.

Tab. č.1 – vlastnosti vzorků první skupiny

	<b>popis textilie</b>	<b>hmotnost [g]</b>
<b>vzorek č.1</b>	vzorovaná tkanina	5,0
<b>vzorek č.2</b>	vzorovaná tkanina	7,4
<b>vzorek č.3</b>	vzorovaná tkanina	5,5
<b>vzorek č.4</b>	hladká tkanina	5,3
<b>vzorek č.5</b>	vzorovaná tkanina	6,7
<b>vzorek č.6</b>	vzorovaná tkanina	9,6

Tab. č.2 – vlastnosti vzorků druhé skupiny

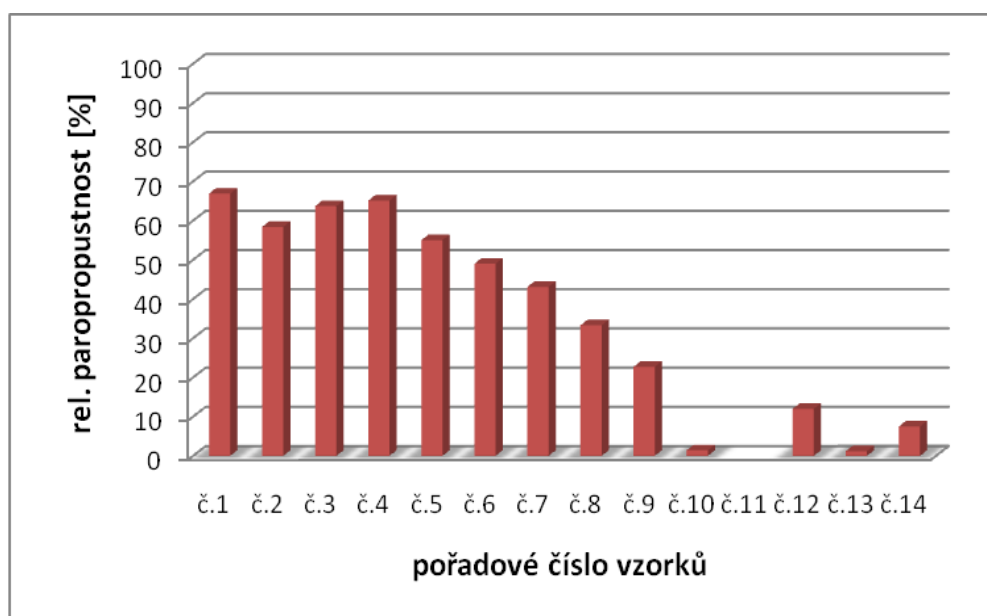
	<b>popis textilie</b>	<b>hmotnost [g]</b>
<b>vzorek č.7</b>	osnovní pletenina, netkaná textilie	7,9
<b>vzorek č.8</b>	vzorovaná tkanina, PUR pěna, ZLH pletenina	8,5
<b>vzorek č.9</b>	vzorovaná tkanina, PUR pěna, netkaná textilie	16,7
<b>vzorek č.10</b>	tkanina s prolisem, PUR pěna, ZLH pletenina	10,8
<b>vzorek č.11</b>	hladká tkanina, PUR pěna, ZLH pletenina	13,0
<b>vzorek č.12</b>	vzorovaná tkanina, PUR pěna, ZLH pletenina	16,9

Tab. č.3 – vlastnosti vzorků třetí skupiny

	<b>popis textilie</b>	<b>hmotnost [g]</b>
<b>vzorek č.13</b>	syntetická kůže	16,0
<b>vzorek č.14</b>	hovězí useň	13,6

## 5.2 Grafické znázornění všech vzorků

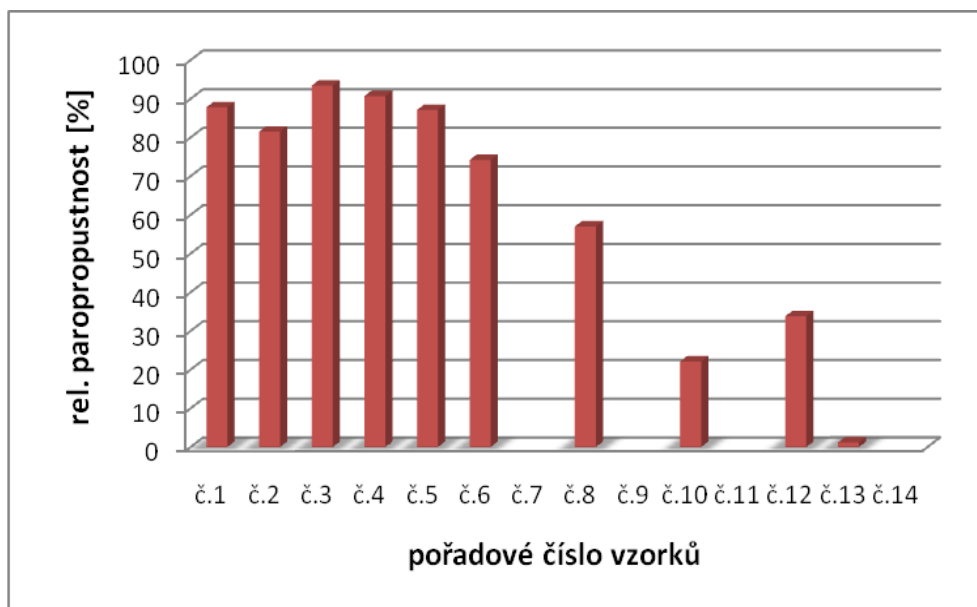
První graf nabízí souhrnné znázornění relativní paropropustnosti všech vzorků v procentech, při běžné atmosférické vlhkosti a na grafu č.2 při vlhkosti 45 – 60 %.



Graf č.1 – relativní paropropustnost při atmosférické vlhkosti

Hodnoty evidentně klesají, protože první čtyři vzorky jsou tkaniny s nízkou plošnou hmotností, další jsou s polyuretanovou vrstvou, která čím je silnější tím více zabraňuje paropropustnosti. Proto vrstva vzorku č.11 neposkytla žádnou hodnotu.

Kvůli rozdílným hodnotám vlhkosti obsažené ve vzorcích, způsobené rozdílnou schopností udržovat vodu bylo v průběhu zkoušky obtížné nelézt podobné hodnoty pro srovnání. Proto graf č.2 znázorňuje hodnoty v rozpětí vlhkostí 45 – 60 %.

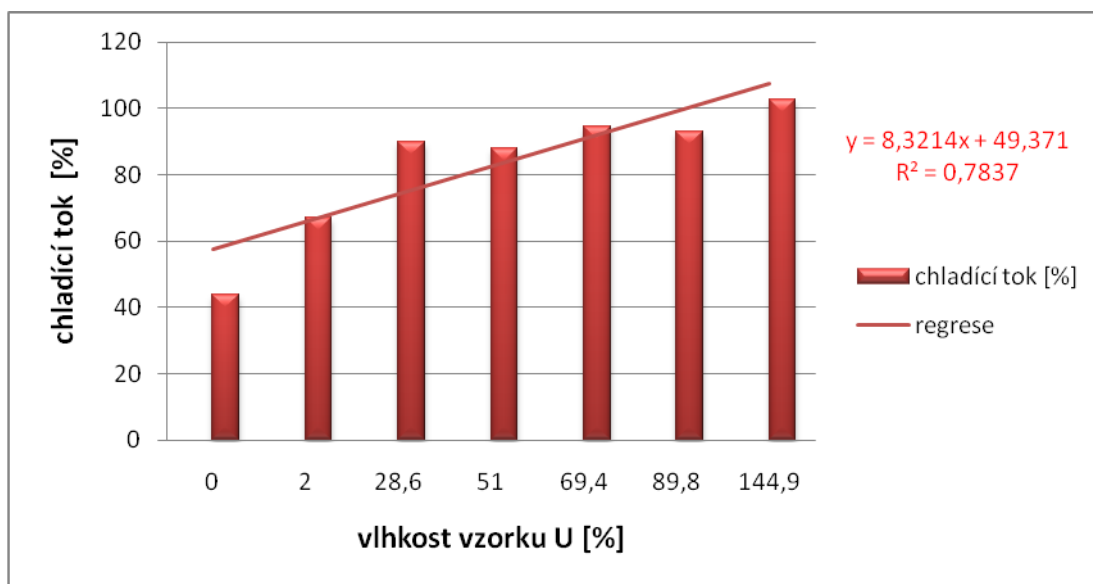


Graf č.2 – relativní paropropustnost při vlhkosti 45 – 60 %

### 5.3 Grafické znázornění chladícího toku vybraných vzorků

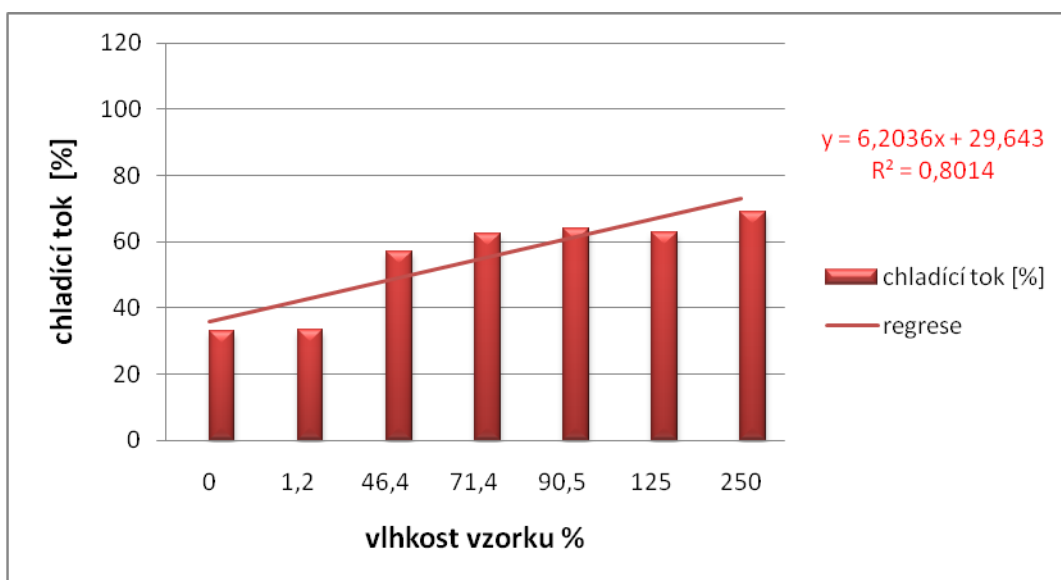
Celkový tepelný tok se skládá z toku vzniklého odparem z povrchu pokožky, nebo simulovaného na povrchu přístroje PERMETEST, který prochází skrz vlhkou textilií a z toku vzniklého odparem z povrchu vlhké textilie. Toto jsou oba chladící toky a relativní paropropustnost je dána poměrem chladících toků.

Následující grafy znázorňují závislost chladícího toku a zvyšující se vlhkosti, vyčíslené na ose x v procentech. Také rovnice regrese a hodnoty spolehlivosti R.



Graf č.3 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.1

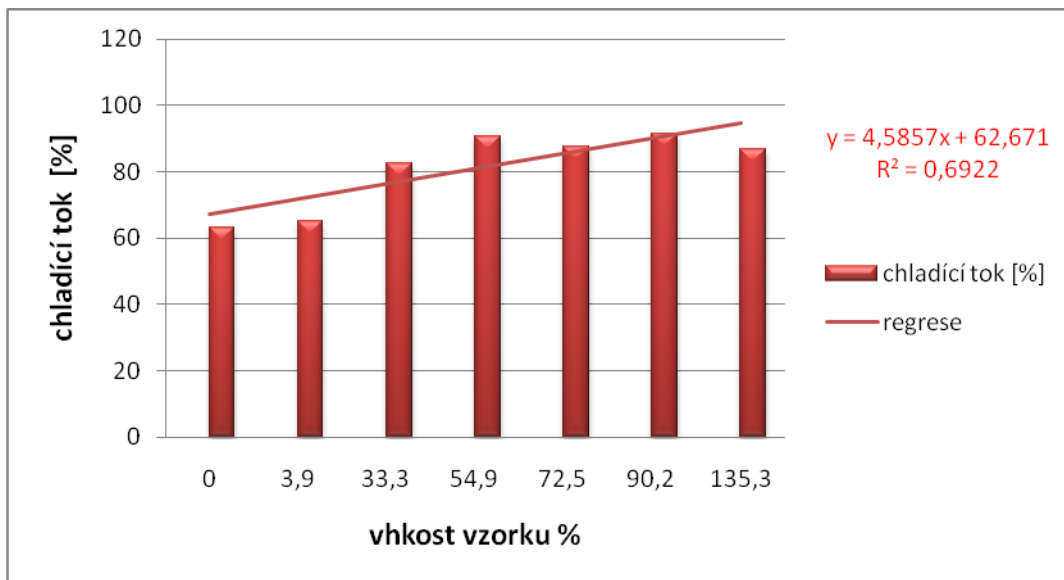
Vzorek číslo 1 a 8 jsou stejné tkaniny pouze s tím rozdílem, že vzorek č.8 je z rubní strany opatřený 3 mm silnou vrstvou Polyuretanové pěny a proto přijal mnohem větší množství vlhkosti, ale chladicí tok vykazuje mnohem nižší.



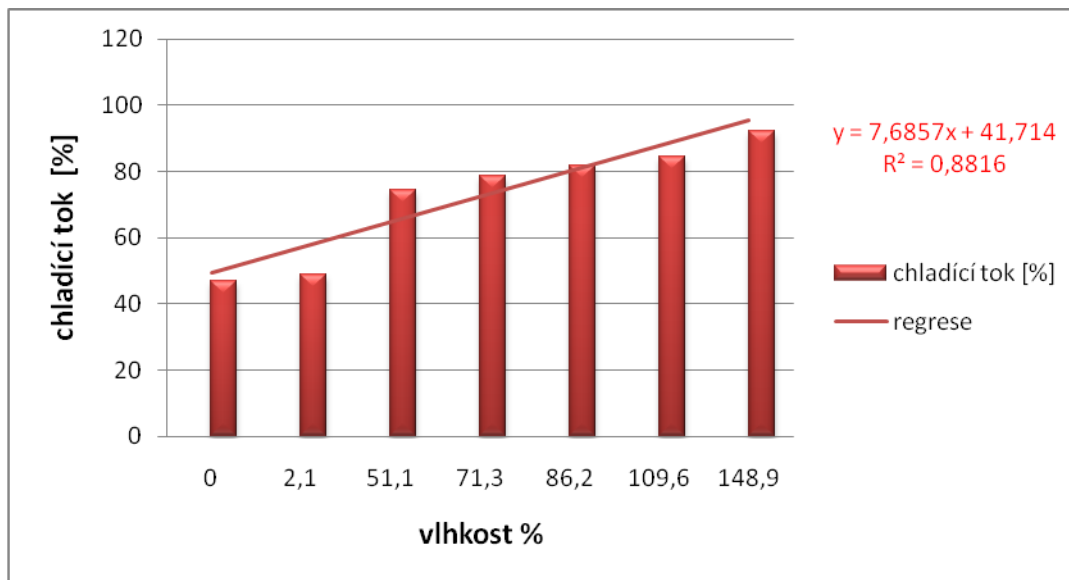
Graf č.4 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.8



Dva následující grafy ukazují změnu chladicího toku, u vzorku č.4 a č.6, v závislosti na zvyšující se vlhkosti. Oba vzorky dosahují stejného maxima regresní křivky, ale její začátek je v případě vzorku č.6 o 20% nižší a proto stoupá strměji.

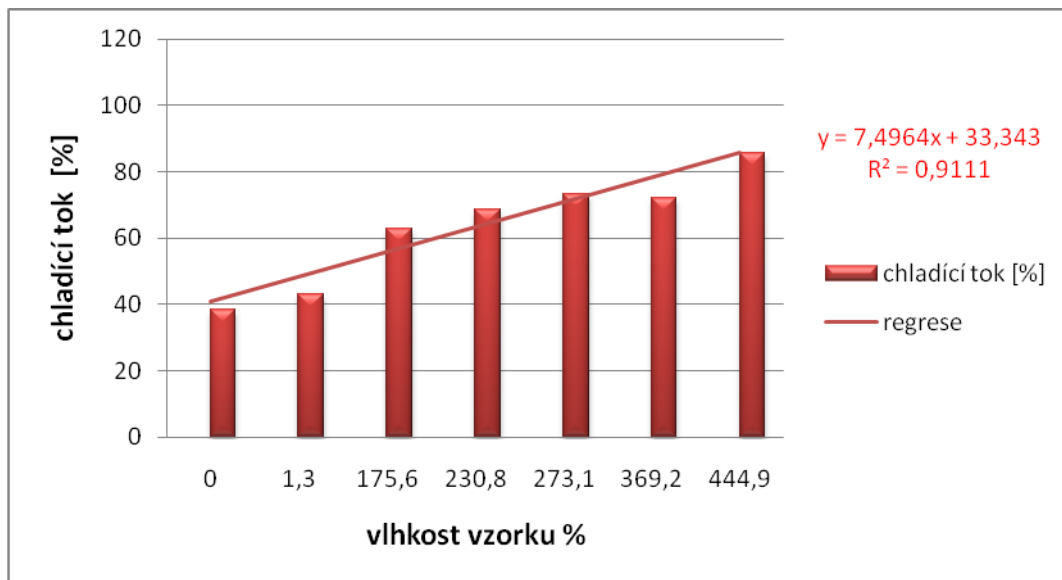


Graf č.5 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.4

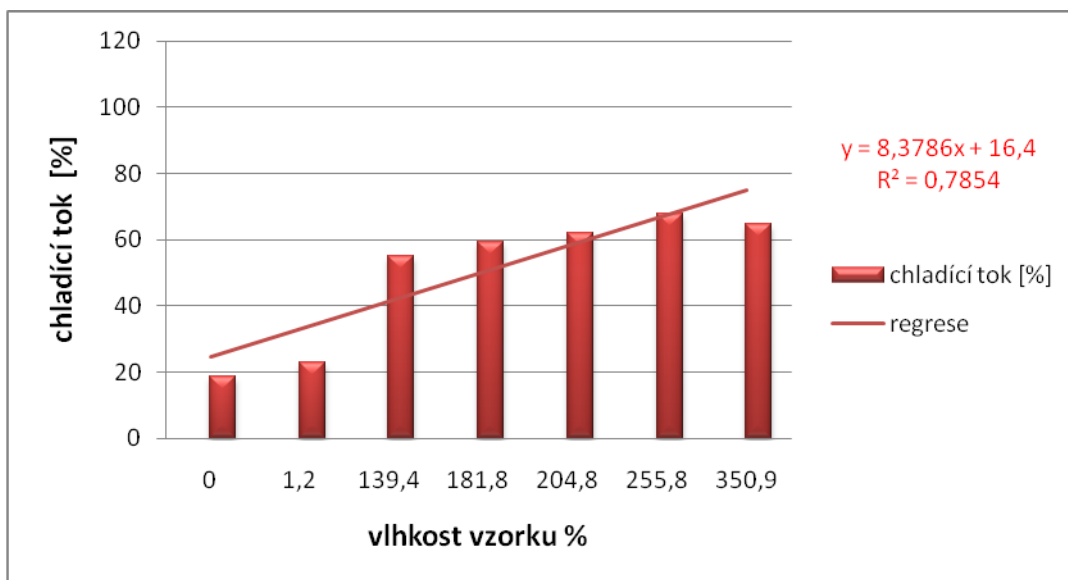


Graf č.6 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.6

U vlhké textilie se omezí průchod vodní páry vzniklým vodním filmem na povrchu, takže většina celkového chladicího toku je tvořena odparem z povrchu vlhké textilie. Vzorek č.7 přijímá velmi mnoho vlhkosti, což by nebylo vhodné pro autopotahy.

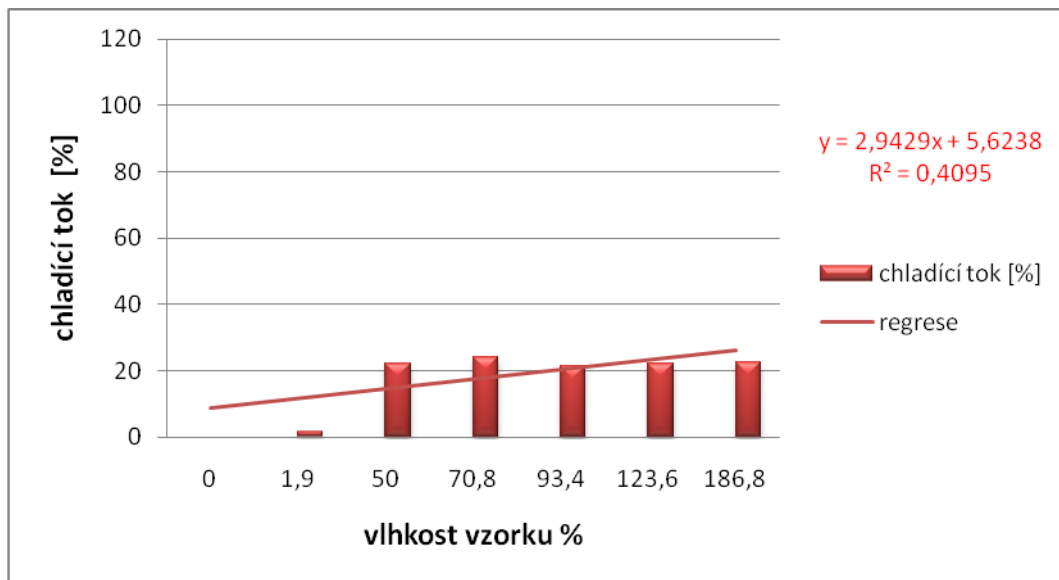


Graf č.7 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.7



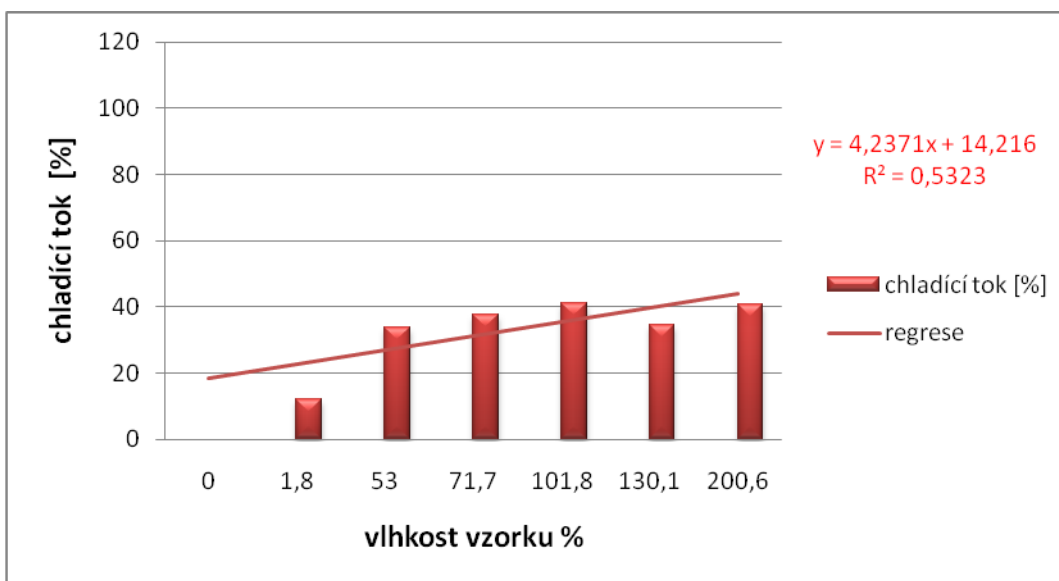
Graf č.8 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.9

Vzorek č.10 je tkanina z rubní strany opatřená 5 mm silnou vrstvou polyuretanové pěny a z lící strany opatřená lisovaným vzorek sloužícím jako protiskluzný povrch. Při nulové vlhkosti se nepodařilo získat hodnoty.

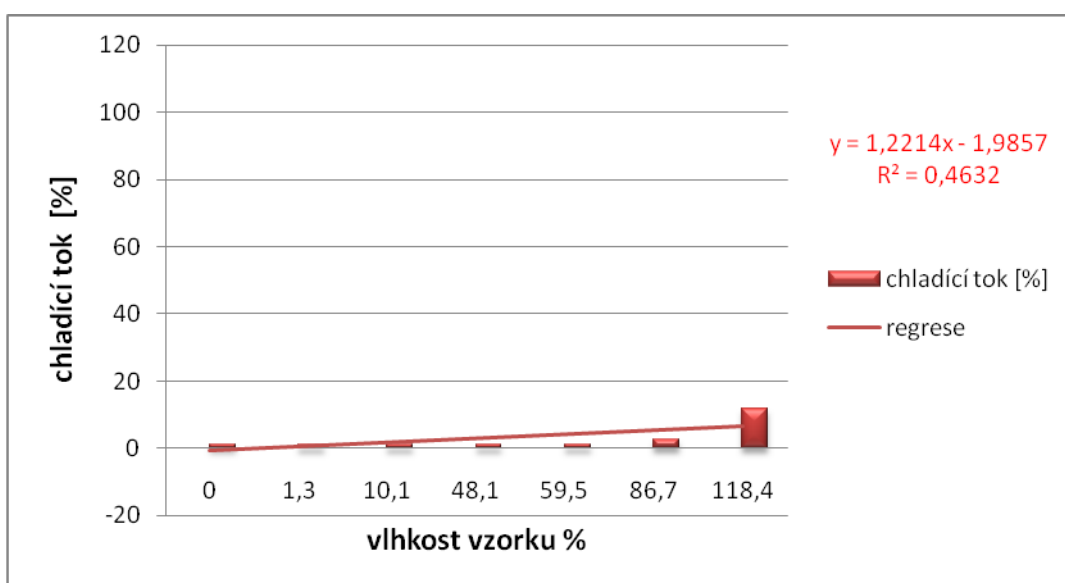


Graf č.9 – Vliv vlhkosti U na chladičí tok vzorku č.10

Vzorek č.12 má velkou výparnou plochu tvořenou hrubou vazbou a výraznými prolisy. Zaplnění nerovností vodou způsobí nižší výparnou plochu, což mohlo způsobit pokles při 130.1% vlhkosti.

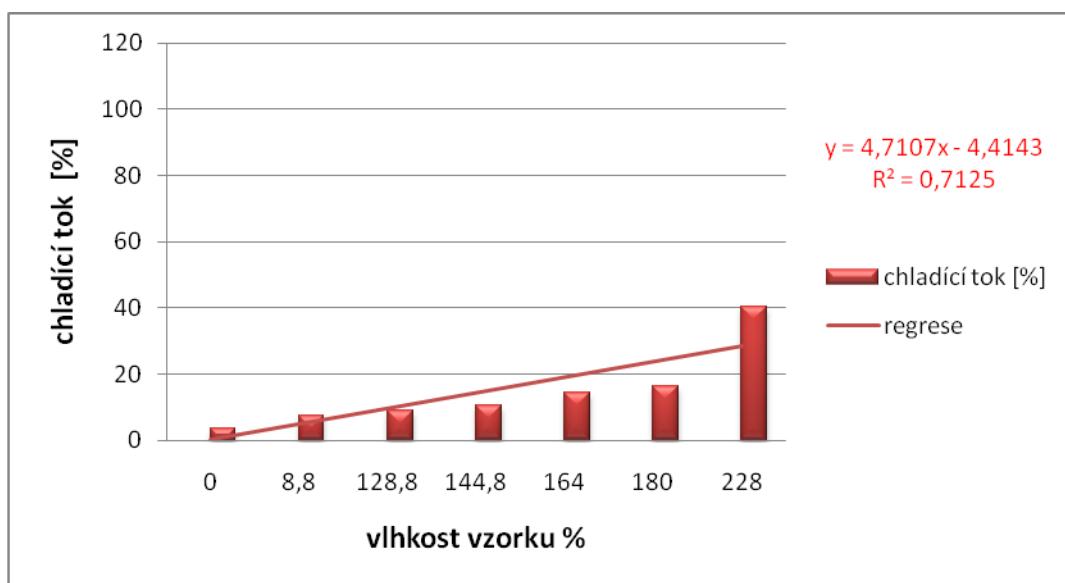


Graf č.10 – Vliv vlhkosti U na chladičí tok vzorku č.12



Graf č.11 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.13

Zajímavé hodnoty zobrazují grafy č.11 a č.12, jedná se o vzorek syntetické a pravé kůže. Vlhkost je zpočátku kumulována uvnitř materiálů, ale při vyšším zavlhčení je na povrchu vytvořen spojitý vodní film, který způsobuje nejvyšší naměřenou hodnotu. Vyšší hodnoty vykazuje pravá kůže, čímž utvrzuje kvalitu přírodních materiálů.

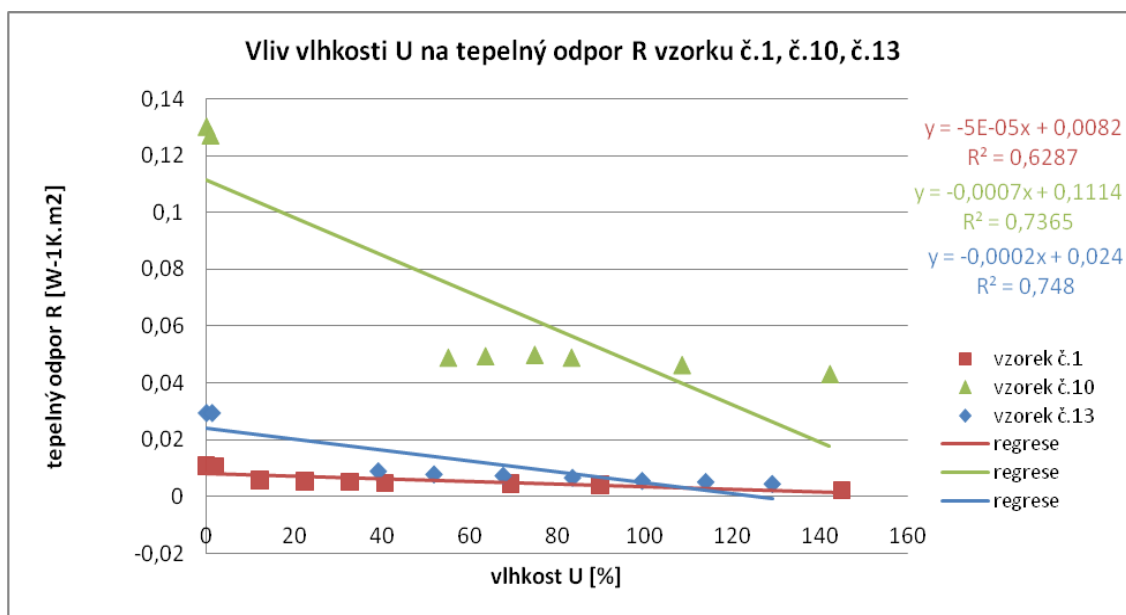


Graf č.12 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.14

## 5.4 Znázornění tepelného odporu, měrné tepelné vodivosti a tepelné jímavosti u vybraných vzorků.

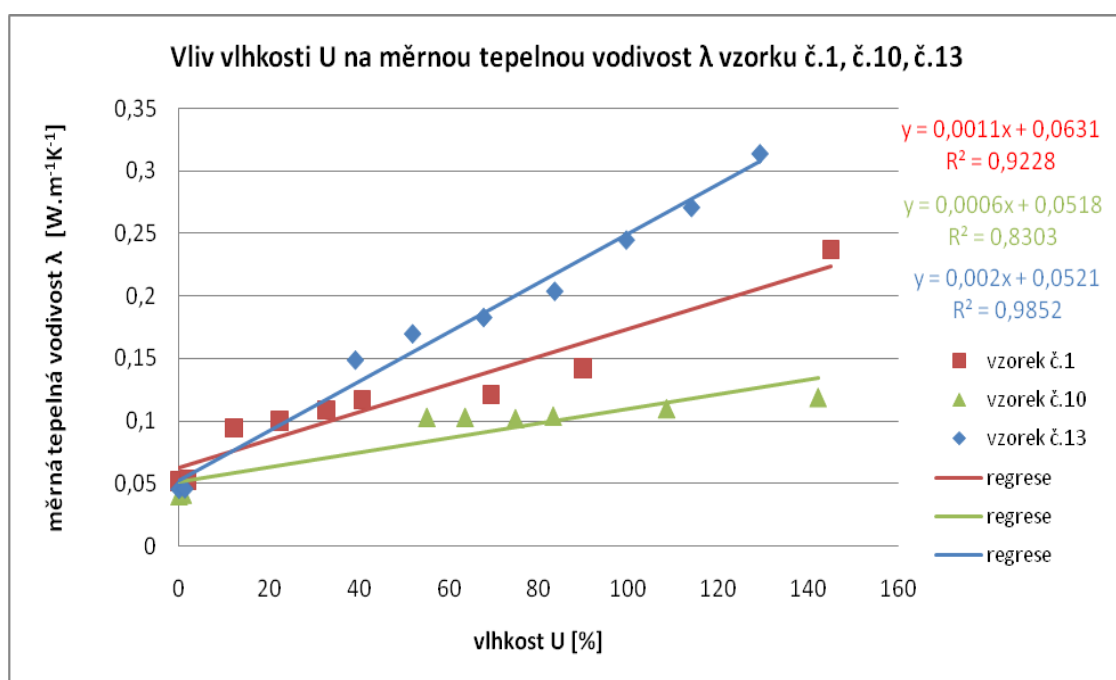
Následující tři grafy znázorňují vybrané hodnoty naměřené na přístroji Alambeta. Hodnoty tří zajímavých vzorků jsou vyneseny v bodech a proloženy regresní křivkou metodou nejmenších čtverců. Zobrazena je i rovnice regrese a hodnota spolehlivosti  $R$ .

Na grafu č.13 vidíme průběh tepelného odporu, jehož hodnoty klesají s narůstající vlhkostí. Neklesají však příliš, hodnoty jsou v celém průběhu na velmi podobné úrovni, obzvláště u vzorku číslo 1 a 13, které vyšší hodnotu vykazují pouze při nulové a atmosférické vlhkosti. U vzorku č.10 je strmost regresní křivky ovlivněna také zejména dvěma nejnižšími hodnotami vlhkosti. Tento velký rozdíl je způsoben silnou polyuretanovou vrstvou vzorku č.10, která nasaje velké množství vlhkosti.



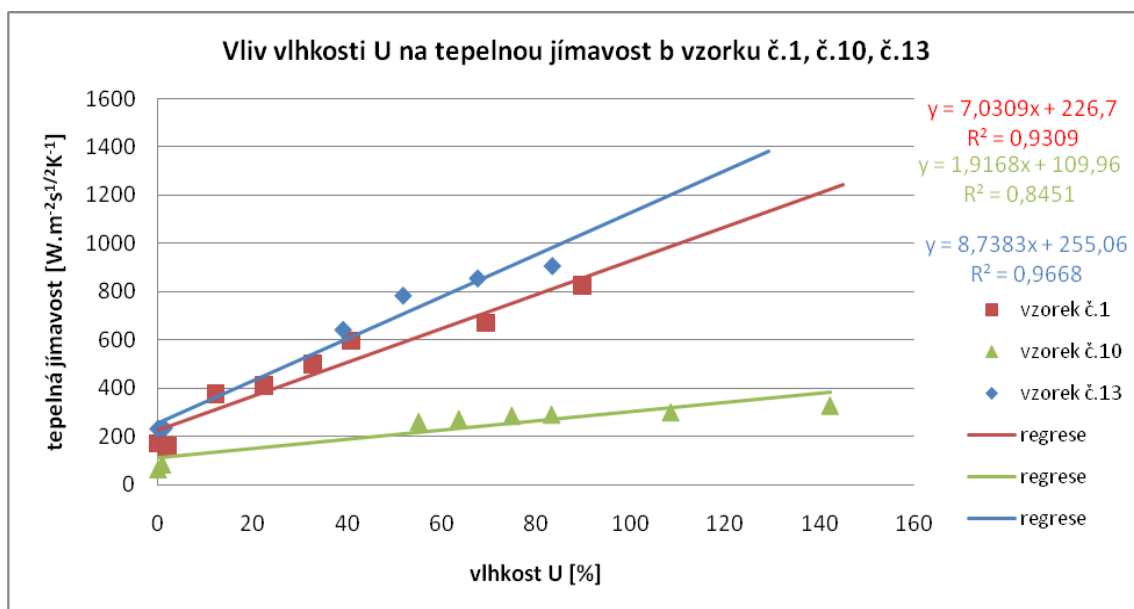
Graf č.13 – Vliv vlhkosti U na tepelný odpor R vzorků č.1, č.10, č.13

Graf číslo 14, na straně 32, znázorňuje měrnou tepelnou vodivost, představující množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času. Pěkných a zároveň nejvyšších hodnot dosahuje vzorek č.13, což je syntetická kůže. Což může způsobovat plnost materiálu s minimem vzduchových prostor oproti nejnižším hodnotám vzorku č.10, který je opatřen vrstvou polyuretanové pěny plné vzduchových prostor.



Graf č.14 – Vliv vlhkosti U na měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  vzorků č.1, č.10, č.13

Následující graf č.15 ukazuje tepelnou jímavost zmiňovaných tří vzorků. Nejnížší a zároveň nejpomaleji rostoucí hodnoty vykazuje vzorek č.10. Výsledky ostatních dvou vzorků jsou mnohem vyšší, ale nebylo možné získat hodnoty nad 100% obsažené vlhkosti. Velký obsah vlhkosti je příliš chladivý.



Graf č.15 – Vliv vlhkosti U na tepelnou jímavost b vzorků č.1, č.10, č.13

## **Závěr**

Tato bakalářská práce demonstrovala parametry komfortu autopotahů, které běžný uživatel při koupi vozu přímo neposuzuje, ale při používání pocítuje jejich klady či zápory. Teplo, které člověk vytváří při sezení v závislosti na klimatických podmínkách ve voze, neuniká do prostoru, ale působí na autopotah. Aby se uživatel cítil komfortně, bylo by ideální kdyby potah v létě chladil a v zimě měl hřejivý omak.

Měření hodnot bylo velmi zajímavé, protože jsem je prováděl na unikátních přístrojích, se kterými se běžný člověk prakticky nesetká. Výsledky měření poskytly přehled o hodnotách samotných tkanin, mezi kterými byly lepší vzorky č.1 a 4. Mezi vícevrstevnými textiliemi, které byly značně různorodé dosáhl dobrých výsledků vzorek č.8 a vzorek č.12, což jsou dle mého mínění velmi používané materiály. Odbyt autopotahů je závislý především na výrobě nových vozů, což je dobré, protože automobilový průmysl je stále velmi perspektivní odvětví.

## **SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ**

- [1] Hes, L, Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum, Technická univerzita Liberec, 2005
- [2] FEZKO – profil společnosti, dostupné na: <<http://www.fezko.cz/cz/index.php>>, dne 10.5.2010.
- [3] Prodejci autopotahů, dostupné na: <http://www.firmy.cz/Auto-moto/Auto-moto-prodejci/Prodejci-nahradnich-dilu-a-autodoplunku/Prodejci-autopotahu>, dne 10.5.2010.
- [4] Kříž, M.: Studium ochlazování nositele oděvu odparem z vnější vlhké textilie. Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci, 2007



## Seznam grafů

Graf č.1 – relativní paropropustnost při atmosferické vlhkosti

Graf č.2 – relativní paropropustnost při vlhkosti 45 – 60 %

Graf č.3 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.1

Graf č.4 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.8

Graf č.5 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.4

Graf č.6 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.6

Graf č.7 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.7

Graf č.8 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.9

Graf č.9 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.10

Graf č.10 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.12

Graf č.11 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.13

Graf č.12 – Vliv vlhkosti U na chladicí tok vzorku č.14

Graf č.13 – Vliv vlhkosti U na tepelný odpor R vzorků č.1, č.10, č.13

Graf č.14 – Vliv vlhkosti U na měrnou tepelnou vodivost  $\lambda$  vzorků č.1, č.10, č.13

Graf č.15 – Vliv vlhkosti U na tepelnou jímavost b vzorků č.1, č.10, č.13

## Seznam tabulek a obrázků

Tab. č.1 – vlastnosti vzorků první skupiny

Tab. č.2 – vlastnosti vzorků druhé skupiny

Tab. č.3 – vlastnosti vzorků třetí skupiny

Obr. č.1 - schéma přístroje PERMETEST

Obr. č.2 - Alambeta

Obr. č.3 - Schéma odparu z pokožky přes textilií

Obr. č.4 - Schéma výparných odporů zapojených do série

## Přílohy

Příloha 1 – tabulky naměřených hodnot na přístroji PERMETEST

Příloha 2 – tabulky naměřených hodnot na přístroji Alambeta

Příloha 3 – grafy výparných odporů všech vzorků

Volná příloha – měřené vzorky

## Příloha 1 - tabulky naměřených hodnot na přístroji PERMETEST

vzorek č.1

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	43.9	6.3	4.9
atmosférická 2.0	66.9	2.2	5.0
28.6	89.9	0.6	6.3
51.0	87.8	0.7	7.4
69.4	94.4	0.3	8.3
89.8	93.1	0.4	9.3
144.9	102.6	0.2	12

vzorek č.2

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	58.4	3.5	7.3
atmosférická 1.4	58.4	3.7	7.4
35.6	82.9	1.0	9.9
47.9	81.5	1.1	10.8
64.4	83.7	1.0	12.0
87.7	87.6	0.7	13.7
132.9	84.1	0.9	17.0

vzorek č.3

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	60.8	3.0	5.4
atmosférická 1.9	63.7	2.9	5.5
14.8	89.9	0.8	6.2
27.8	90.9	0.7	6.9
37.0	90.8	0.7	7.4
57.4	93.4	0.5	8.5
107.1	96.1	0.3	11.6

vzorek č.4

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	63.2	2.8	5.1
atmosférická 3.9	65.1	2.7	5.3
33.3	82.4	1.4	6.8
54.9	90.7	0.7	7.9
72.5	87.5	0.9	8.8
90.2	91.5	0.6	9.7
135.3	86.7	0.9	12.0

vzorek č.5

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	54.8	4.0	6.6
atmosférická 1.5	55.0	4.2	6.7
36.4	82.3	1.3	9.0
57.6	87.1	1.0	10.4
81.8	88.1	0.9	12.0
118.2	88.6	0.8	14.4
166.6	98.7	0.1	17.6

vzorek č.6

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	46.8	5.6	9.4
atmosférická 2.1	49.0	5.4	9.6
51.1	74.2	2.0	14.2
71.3	78.5	1.6	16.1
86.2	81.9	1.3	17.5
109.6	84.5	1.1	19.7
148.9	92.3	0.5	23.4

vzorek č.7

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	38.3	7.3	7.8
atmosférická 1.3	43.1	6.4	7.9
175.6	62.7	2.4	21.5
230.8	68.5	1.8	25.8
273.1	73.2	1.5	29.1
369.2	72.0	1.6	36.6
444.9	85.5	0.7	42.5

vzorek č.8

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	33.0	9.7	8.4
atmosférická 1.2	33.3	9.9	8.5
46.4	57.0	3.9	12.3
71.4	62.3	3.4	14.4
90.5	63.9	3.2	16.0
125.0	62.7	3.1	18.9
250.0	69.0	2.4	29.4

vzorek č.9

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	18.6	20.9	16.5
atmosférická 1.2	22.7	17.7	16.7
139.4	54.9	4.2	39.5
181.8	59.2	3.5	46.5
204.8	61.8	3.3	50.3
255.8	67.7	2.6	58.7
350.9	64.5	2.9	74.4

vzorek č.10

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	-	-	10.6
atmosférická 1.9	1.4	35.8	10.8
50.0	22.1	15.4	15.9
70.8	23.9	14.2	18.1
93.4	21.2	15.7	20.5
123.6	22.0	15.8	23.7
186.8	22.6	15.6	30.4

vzorek č.11

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	-	-	12.8
atmosférická 1.6	-	-	13.0
128.1	11.9	33.0	29.2
207.0	15.6	23.7	39.3
248.4	16.8	21.6	44.6
302.3	21.1	17.1	51.5
448.4	19.8	17.8	70.2

vzorek č.12

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	R <sub>et</sub> výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	-	-	16.6
atmosférická 1.8	12.0	33.0	16.9
53.0	33.8	8.1	25.4
71.7	37.7	7.0	28.5
101.8	41.2	6.1	33.5
130.1	34.4	7.6	38.2
200.6	40.6	6.3	49.9

vzorek č.13

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	1.2	356.0	15.8
atmosférická 1.3	1.2	383.2	16.0
10.1	1.2	361.7	17.4
48.1	1.2	375.0	23.4
59.5	1.2	355.0	25.2
86.7	2.7	166.6	29.5
118.4	11.6	35.3	34.5

vzorek č.14

vlhkost vzorku [%]	p relativní paropropustnost [%]	$R_{et}$ výparný odpor [m <sup>2</sup> .Pa/W]	m hmotnost [g]
ultra dry 0	3.7	114.1	12.5
atmosférická 8.8	7.5	63.0	13.6
128.8	8.9	45.6	28.6
144.8	10.4	41.0	30.6
164.0	14.2	29.6	33.0
180.0	16.2	26.3	35.0
228.0	40.1	7.4	41.0



## Příloha 2 – tabulky naměřených hodnot na přístroji Alambeta

vzorek č.1

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	P	q	m [g]
ultra dry 0	0.0521	0.000000093	171.0	0.0108	0.57	1.49	0.496	4.9
atmos. 2.0	0.0531	0.000000113	158.0	0.0107	0.57	1.39	0.469	5.0
12.2	0.0943	0.000000063	376.0	0.0058	0.55	1.56	0.792	5.5
22.4	0.1000	0.000000060	410.0	0.0055	0.55	1.55	0.805	6.0
32.7	0.1090	0.000000048	499.0	0.0052	0.57	1.66	0.909	6.5
40.8	0.1170	0.000000038	597.0	0.0048	0.57	1.74	0.999	6.9
69.4	0.1210	0.000000033	670.0	0.0046	0.55	1.71	0.982	8.3
89.8	0.1420	0.000000030	826.0	0.0041	0.58	1.71	1.06	9.3
144.9	0.2370	0.000000026	-	0.0023	0.55	1.32	1.06	12.0

vzorek č.2

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	P	q	m [g]
ultra dry 0	0.0544	0.000000115	161.0	0.0146	0.79	1.62	0.437	7.3
atmos. 1.4	0.0568	0.000000113	169.0	0.0138	0.79	1.66	0.465	7.4
13.7	0.1100	0.000000072	412.0	0.0070	0.77	1.75	0.810	8.3
21.9	0.1160	0.000000061	472.0	0.0067	0.78	1.88	0.885	8.9
27.4	0.1200	0.000000052	528.0	0.0065	0.78	1.97	0.945	9.3
38.4	0.1280	0.000000047	590.0	0.0062	0.79	2.00	0.986	10.1
75.3	0.1480	0.000000037	763.0	0.0053	0.78	1.77	0.962	12.8
100	0.1660	0.000000035	893.0	0.0048	0.79	1.81	1.05	14.6
143.8	0.2870	0.000000034	-	0.0027	0.77	1.37	1.06	17.8

vzorek č.3

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0505	0.000000096	163.0	0.0112	0.57	1.44	0.474	5.4
atmos. 1.9	0.0503	0.000000091	167.0	0.0111	0.56	1.43	0.466	5.5
25.9	0.1010	0.000000052	441.0	0.0053	0.54	1.51	0.801	6.8
31.5	0.1030	0.000000043	497.0	0.0053	0.55	1.56	0.851	7.1
40.7	0.1080	0.000000041	535.0	0.0052	0.56	1.59	0.870	7.6
53.7	0.1150	0.000000033	632.0	0.0049	0.57	1.75	0.979	8.3
61.1	0.1150	0.000000032	647.0	0.0046	0.52	1.63	0.987	8.7
70.4	0.1200	0.000000025	754.0	0.0043	0.51	1.77	1.06	9.2
109.3	0.1890	0.000000025	-	0.0027	0.51	1.43	1.06	11.3

vzorek č.4

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0469	0.000000120	136.0	0.0130	0.61	1.33	0.384	5.1
atmos. 3.9	0.0481	0.000000104	150.0	0.0124	0.59	1.37	0.414	5.3
35.3	0.0942	0.000000046	437.0	0.0061	0.58	1.55	0.754	6.9
51.0	0.1020	0.000000042	494.0	0.0058	0.59	1.53	0.781	7.7
62.7	0.1040	0.000000038	535.0	0.0058	0.60	1.58	0.802	8.3
78.4	0.1080	0.000000035	577.0	0.0057	0.61	1.60	0.830	9.1
105.9	0.1400	0.000000025	884.0	0.0041	0.58	1.73	-	10.5
117.6	0.1600	0.000000026	995.0	0.0036	0.59	1.62	1.04	11.1
135.3	0.1610	0.000000029	941.0	0.0037	0.59	1.59	1.06	12.0

vzorek č.5

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0450	0.000000166	110.0	0.0244	1.10	1.70	0.301	6.6
atmos. 1.5	0.0453	0.000000110	137.0	0.0245	1.11	2.16	0.379	6.7
42.4	0.1070	0.000000068	412.0	0.0091	0.98	1.91	0.738	9.4
56.0	0.1090	0.000000057	457.0	0.0090	0.98	1.92	0.741	10.3
77.3	0.1180	0.000000049	534.0	0.0087	1.02	1.94	0.779	11.7
100.0	0.1220	0.000000036	647.0	0.0087	1.06	2.19	0.864	13.2
113.6	0.1320	0.000000040	660.0	0.0079	1.04	2.00	0.850	14.1
127.3	0.1480	0.000000043	713.0	0.0071	1.06	1.97	0.895	15.0
190.9	0.2690	0.000000036	-	0.0039	1.06	1.70	1.06	19.2

vzorek č.6

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0521	0.000000121	149.0	0.0225	1.17	1.86	0.354	9.4
atmos. 2.1	0.0534	0.000000105	165.0	0.0227	1.21	1.96	0.364	9.6
67.0	0.1250	0.000000048	573.0	0.0091	1.14	1.89	0.727	15.7
85.1	0.1280	0.000000041	630.0	0.0091	1.16	1.93	0.742	17.4
100.0	0.1370	0.000000038	701.0	0.0085	1.16	1.94	0.776	18.8
118.1	0.1520	0.000000032	850.0	0.0078	1.18	2.09	0.863	20.5
123.4	0.1580	0.000000037	822.0	0.0074	1.17	1.92	0.887	21.0
150.0	0.2410	0.000000040	-	0.0048	1.16	1.82	1.02	23.5
158.5	0.2460	0.000000035	-	0.0047	1.16	1.86	1.06	24.3

vzorek č.7

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0390	0.000000145	104.0	0.0491	1.91	3.11	0.288	7.8
atmos. 1.3	0.0387	0.000000128	109.0	0.0448	1.73	3.0	0.302	7.9
162.8	0.1200	0.000000053	520.0	0.0128	1.53	1.87	0.560	20.5
188.5	0.1270	0.000000050	569.0	0.0120	1.53	1.84	0.573	22.5
255.1	0.1490	0.000000055	633.0	0.0105	1.56	1.69	0.581	27.7
284.6	0.1620	0.000000058	669.0	0.0097	1.57	1.57	0.574	30.0
321.8	0.1730	0.000000057	728.0	0.0090	1.56	1.54	0.598	32.9
360.3	0.1960	0.000000057	819.0	0.0081	1.59	1.62	0.675	35.9
400.0	0.2720	0.000000043	-	0.0060	1.64	2.11	1.06	39.0

vzorek č.8

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0404	0.000000172	96.3	0.0625	2.52	5.76	0.430	8.4
atmos. 1.2	0.0410	0.000000132	113.0	0.0620	2.55	6.98	0.527	8.5
63.1	0.1290	0.000000101	405.0	0.0196	2.52	5.00	1.06	13.7
78.6	0.1350	0.000000087	457.0	0.0187	2.53	4.82	1.06	15.0
96.4	0.1400	0.000000079	499.0	0.0180	2.53	4.80	1.06	16.5
125.0	0.1590	0.000000076	575.0	0.0159	2.52	4.23	1.06	18.9
150.0	0.1720	0.000000075	627.0	0.0147	2.53	4.05	1.06	21.0
182.1	0.2040	0.000000074	749.0	0.0124	2.53	3.48	1.06	23.7
259.5	0.2420	0.000000066	942.0	0.0105	2.53	2.94	1.06	30.2

vzorek č.9

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0438	0.000000204	96.9	0.0910	3.98	4.79	0.255	16.5
atmos. 1.2	0.0438	0.000000130	122.0	0.0913	4.00	6.12	0.326	16.7
149.7	0.1470	0.000000093	483.0	0.0269	3.96	3.57	0.588	41.2
187.9	0.1610	0.000000091	531.0	0.0246	3.96	3.34	0.598	47.5
233.3	0.1940	0.000000111	582.0	0.0206	3.98	2.89	0.608	55.0
260.0	0.2180	0.000000120	629.0	0.0183	3.99	2.51	0.578	59.4
289.7	0.2490	0.000000124	707.0	0.0161	4.00	2.16	0.568	64.3
325.5	0.2790	0.000000124	793.0	0.0143	4.00	1.83	0.524	70.2
368.5	0.2740	0.000000065	-	0.0147	4.02	2.57	0.733	77.3

vzorek č.10

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0399	0.000000379	64.7	0.1300	5.18	6.32	0.241	10.7
atmos. 0.9	0.0412	0.000000233	85.3	0.1270	5.23	9.20	0.361	10.8
55.1	0.1030	0.000000156	262.0	0.0490	5.06	6.24	0.607	16.6
63.6	0.1030	0.000000142	272.0	0.0495	5.09	6.28	0.583	17.5
74.8	0.1020	0.000000127	287.0	0.0500	5.10	6.58	0.607	18.7
83.2	0.1040	0.000000128	291.0	0.0490	5.11	6.41	0.585	19.6
108.4	0.1100	0.000000134	301.0	0.0464	5.11	5.72	0.577	22.3
142.1	0.1190	0.000000131	329.0	0.0432	5.14	6.25	0.690	25.9
186.9	0.1390	0.000000094	454.0	0.0370	5.14	8.50	1.06	30.7

vzorek č.11

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0415	0.000000887	44.1	0.1910	7.91	7.30	0.191	12.9
atmos. 0.8	0.0442	0.000000315	78.9	0.1800	7.95	-	0.354	13.0
151.9	0.1520	0.000000172	367.0	0.0522	7.93	7.34	0.728	32.5
195.3	0.1600	0.000000186	371.0	0.0498	7.98	6.70	0.676	38.1
229.5	0.1640	0.000000187	380.0	0.0486	7.98	6.46	0.642	42.5
266.6	0.1730	0.000000175	414.0	0.0461	7.98	6.39	0.701	47.3
364.3	0.1900	0.000000246	384.0	0.0421	8.01	5.41	0.715	59.9
424.0	0.1910	0.000000169	465.0	0.0418	7.99	5.71	0.727	67.6
579.8	0.1950	0.000000092	645.0	0.0412	8.05	7.42	1.0	87.7

vzorek č.12

vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0444	0.000000792	49.9	0.1260	5.61	1.78	0.078	16.6
atmos. 1.8	0.0431	0.000000223	91.8	0.1370	5.90	4.73	0.177	16.9
42.8	0.0721	0.000000110	217.0	0.0652	4.70	1.80	0.141	23.7
51.8	0.0726	0.000000113	216.0	0.0648	4.70	1.64	0.123	25.2
63.9	0.0742	0.000000109	225.0	0.0646	4.79	1.55	0.115	27.2
76.5	0.0757	0.000000104	235.0	0.0649	4.91	1.59	0.119	29.3
110.8	0.0718	0.000000098	229.0	0.0679	4.87	1.41	0.107	35.0
133.7	0.0700	0.000000092	231.0	0.0691	4.84	1.34	0.107	38.8
184.9	0.1170	0.000000064	464.0	0.0394	4.61	3.74	0.490	47.3

vzorek č.13

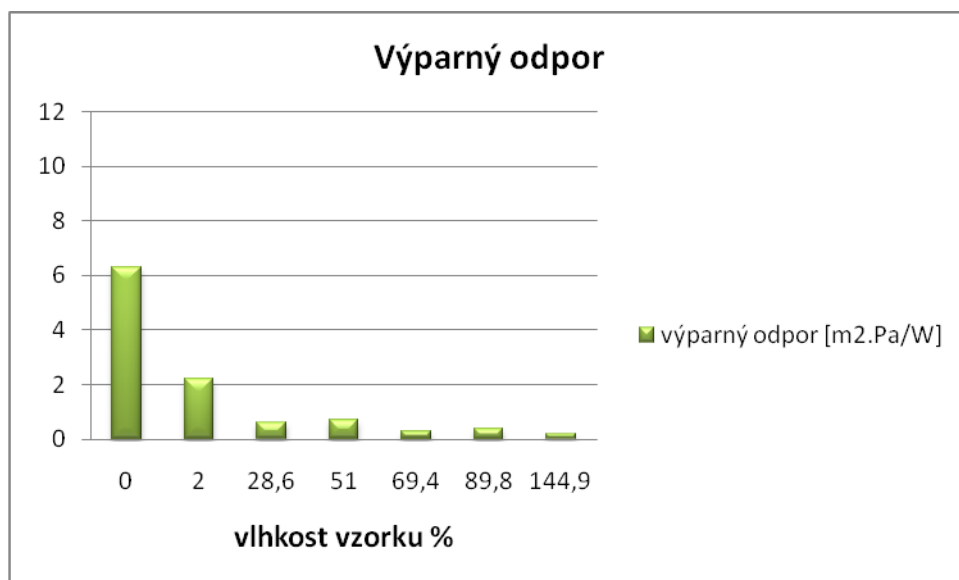
vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0457	0.000000039	232.0	0.0294	1.35	5.84	0.866	15.8
atmos. 1.3	0.0460	0.000000039	234.0	0.0294	1.35	5.72	0.857	16.0
39.2	0.1490	0.000000054	643.0	0.0088	1.32	2.69	1.04	22.0
51.9	0.1700	0.000000047	785.0	0.0077	1.32	2.48	1.06	24.0
67.7	0.1830	0.000000046	857.0	0.0072	1.32	2.41	1.06	26.5
83.5	0.2040	0.000000051	908.0	0.0065	1.33	2.22	1.06	29.0
99.4	0.2450	0.000000057	-	0.0054	1.33	1.98	1.06	31.5
113.9	0.2710	0.000000056	-	0.0050	1.35	1.88	1.06	33.8
129.1	0.3140	0.000000041	-	0.0043	1.35	1.77	1.06	36.2

vzorek č.14

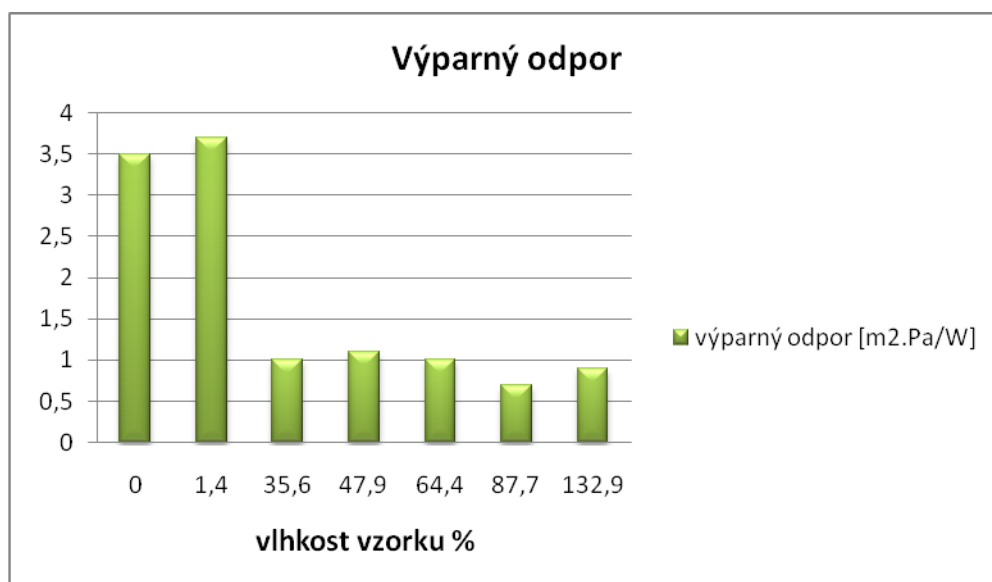
vlhkost [%]	$\lambda$	a	b	r	h	p	q	m [g]
ultra dry 0	0.0605	0.000000060	247.0	0.0170	1.03	2.55	0.609	12.5
atmos. 8.8	0.0606	0.000000045	286.0	0.0203	1.22	3.58	0.739	13.6
82.4	0.2480	0.000000044	-	0.0043	1.08	1.78	1.06	22.8
88.0	0.2510	0.000000042	-	0.0043	1.09	1.78	1.06	23.5
91.2	0.2560	0.000000045	-	0.0043	1.10	1.75	1.06	23.9
96.8	0.2570	0.000000042	-	0.0042	1.09	1.78	1.06	24.6
101.6	0.2910	0.000000044	-	0.0038	1.10	1.64	1.06	25.2
112.8	0.2990	0.000000043	-	0.0037	1.12	1.66	1.06	26.6
136.0	0.4180	0.000000042	-	0.0027	1.12	1.40	1.06	29.5

Příloha 3 – grafy výparných odporů všech vzorků

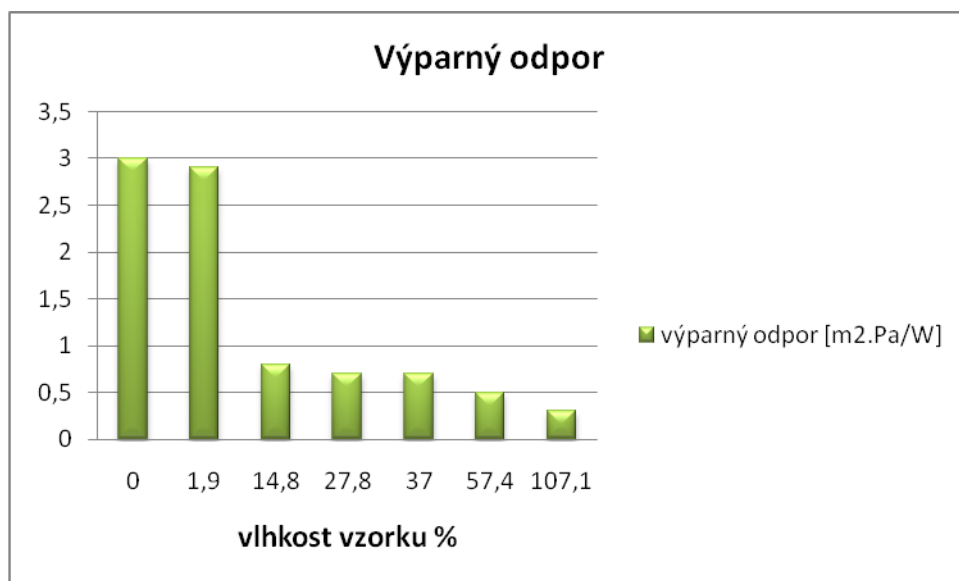
Vzorek č.1



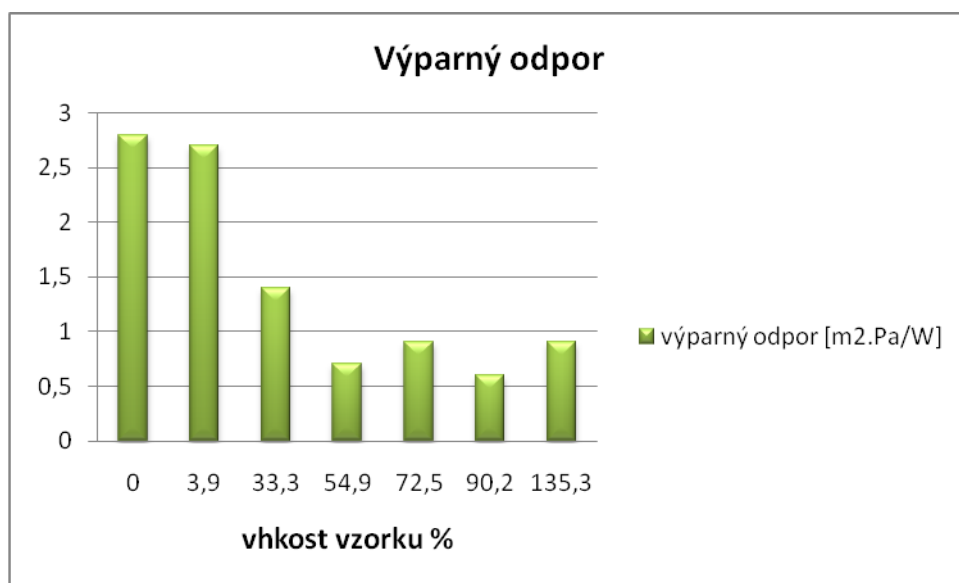
Vzorek č.2



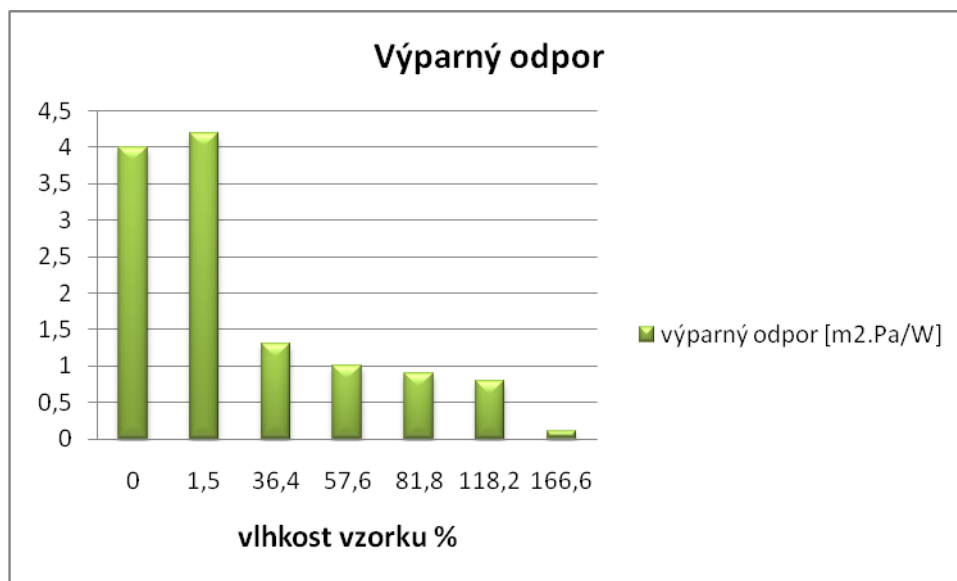
Vzorek č.3



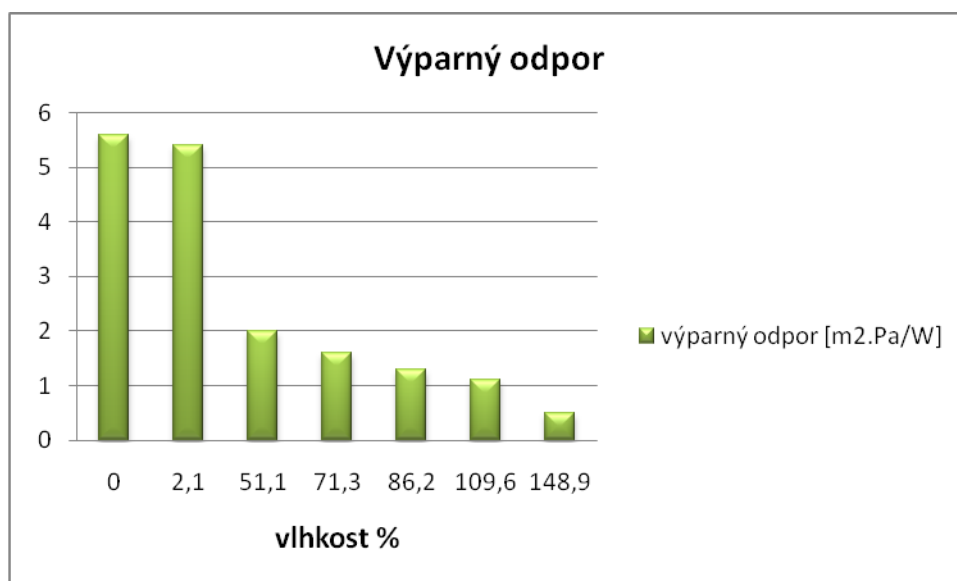
Vzorek č.4



Vzorek č.5

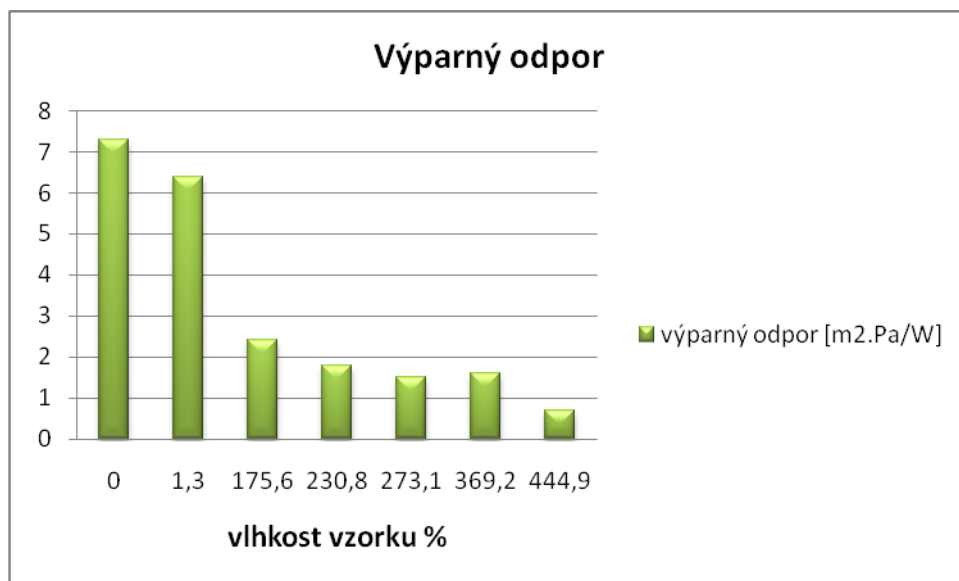


Vzorek č.6

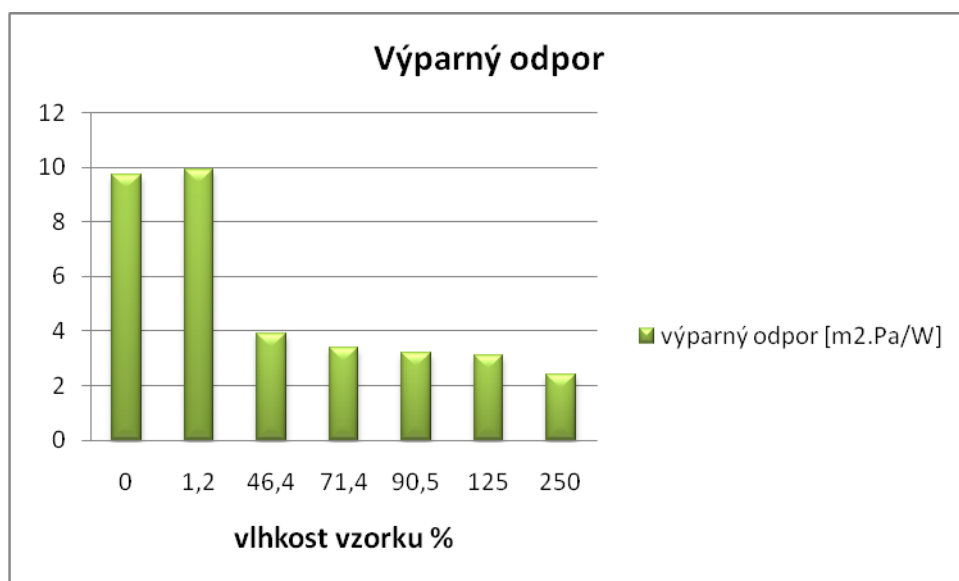




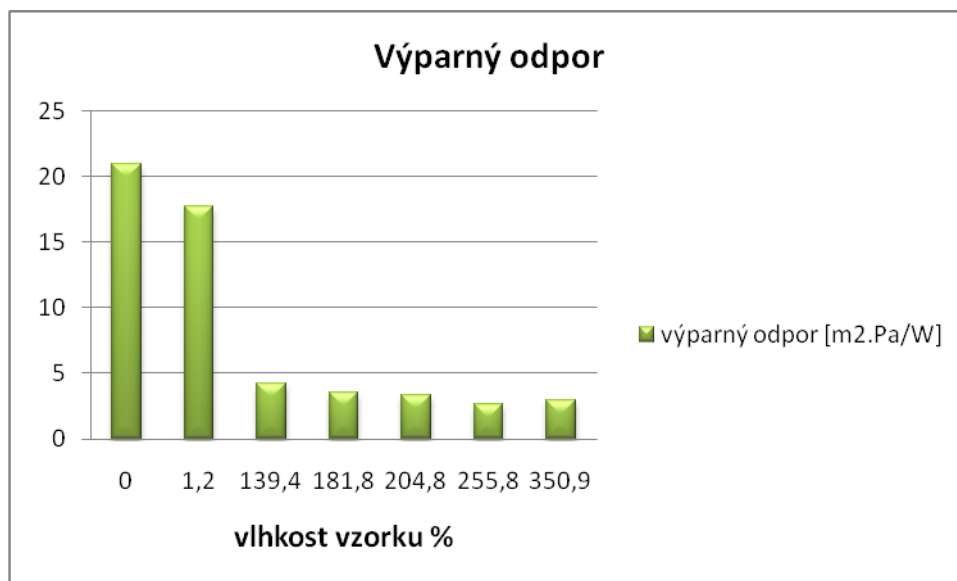
Vzorek č.7



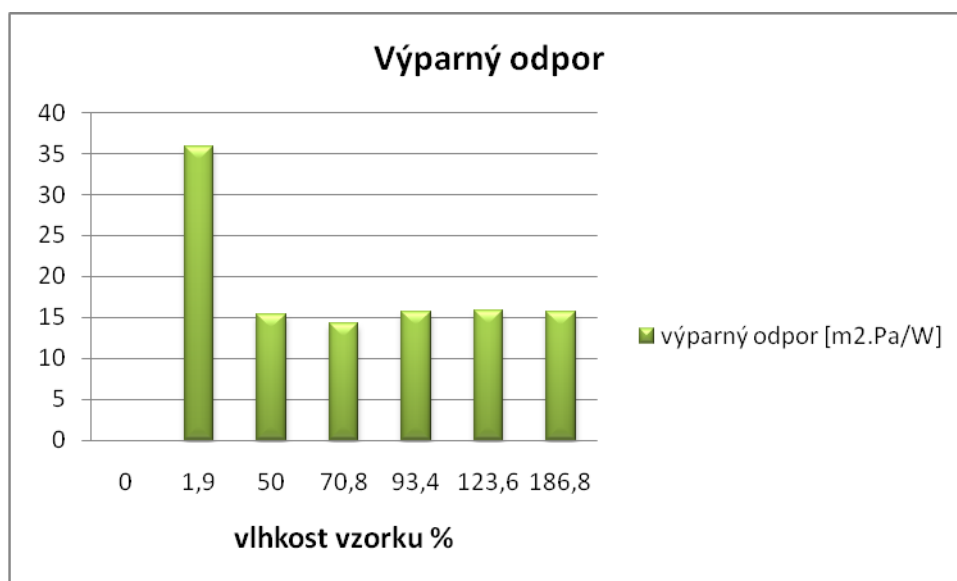
Vzorek č.8



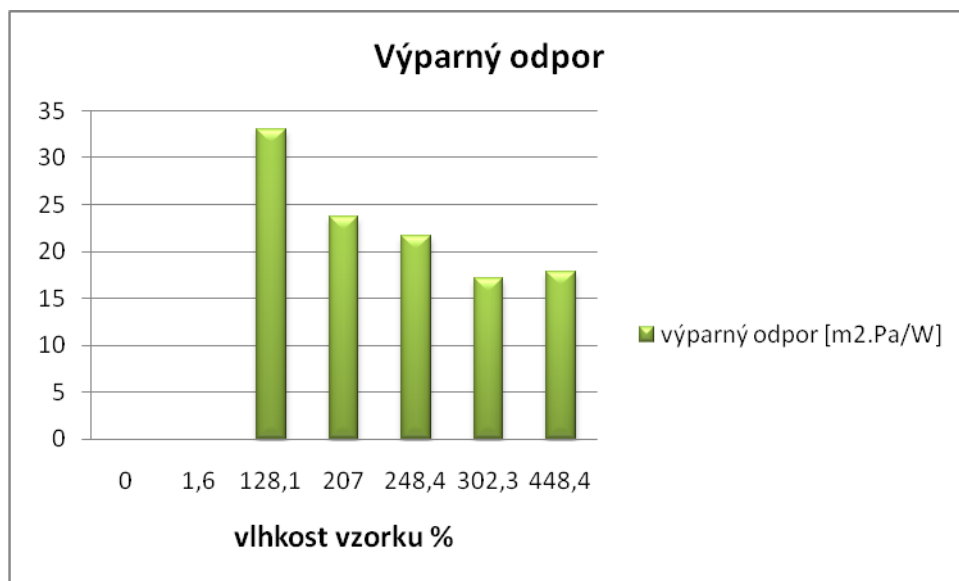
Vzorek č.9



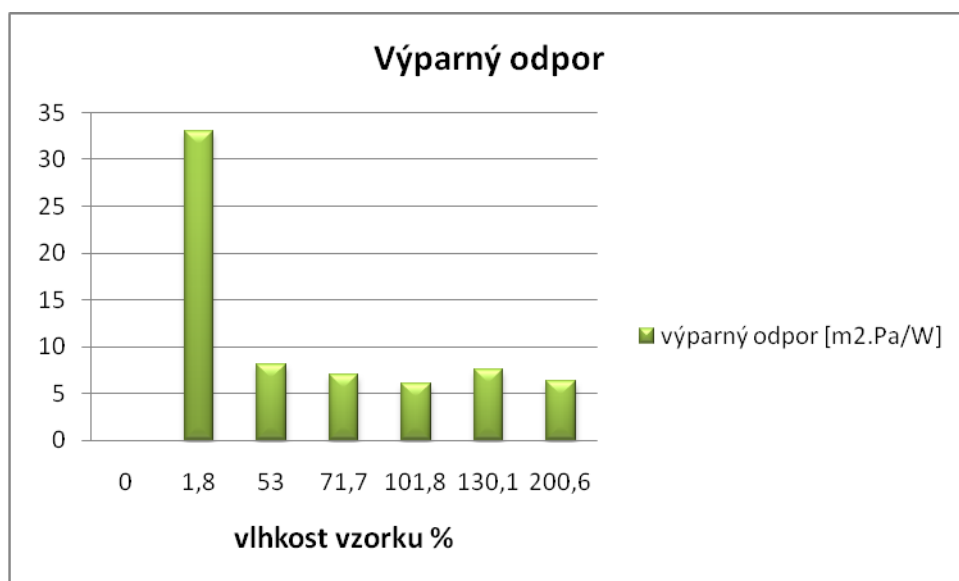
Vzorek č.10



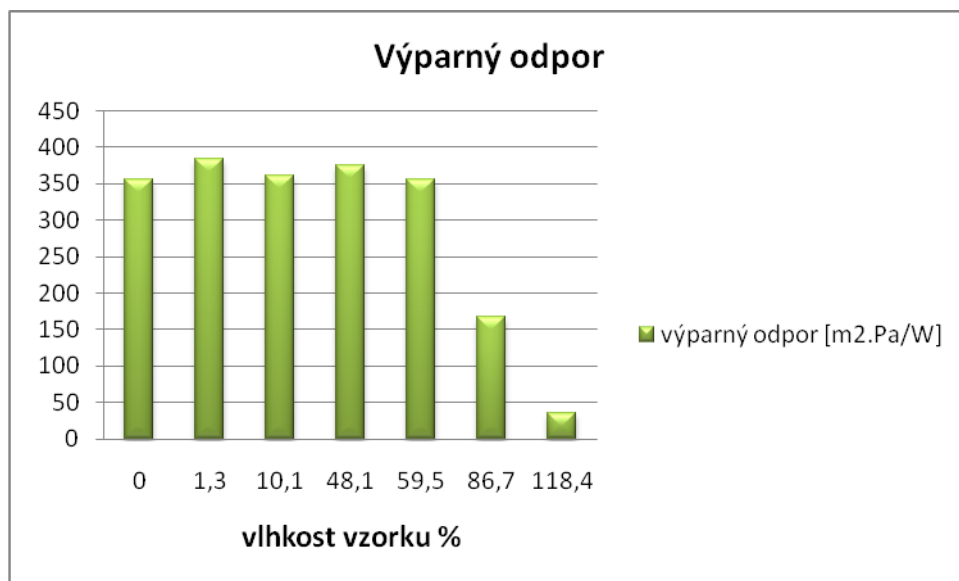
Vzorek č.11



Vzorek č.12



Vzorek č.13



Vzorek č.14

